



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**EXPLORANDO LAS ONDAS: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA  
PARA LA ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE ALGUNOS  
CONCEPTOS BÁSICOS DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO**

**ALBERTO VERA TAPIAS**

**Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias  
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales  
Bogotá, Colombia  
2012**



**EXPLORANDO LAS ONDAS: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA  
PARA LA ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE ALGUNOS  
CONCEPTOS BÁSICOS DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO**

**ALBERTO VERA TAPIAS**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:  
**Magister en Ciencias Francisco Julián Betancourt Mellizo**

**Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias  
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales  
Bogotá, Colombia  
2012**



*“El gran misterio permanece aún sin explicación. Ni siquiera podemos estar seguros de que tenga solución final...”*

*Albert Einstein y Leopold Infield*



## **Agradecimientos**

Quiero expresar mis agradecimientos a todos los profesores de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, quienes aportaron en mi evolución como docente. En especial al profesor Francisco Julián Betancourt, director del Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional de Colombia y director de este trabajo, quien con sus valiosos aportes logro enseñarme que ser docente es más que dar clase, es todo un acto creativo.

También quiero agradecer a las directivas y estudiantes de la institución Educativa Luis Carlos Galán S. de la ciudad de Villavicencio quienes generaron los espacios para poder desarrollar la propuesta y fueron parte fundamental en este proceso de aprendizaje.

Una mención muy especial para mis compañeros de travesía, Elizabeth Zambrano, Isabel Pérez y Alexis Pinzón, por sus valiosas sugerencias, recomendaciones y ser un apoyo en aquellos momentos difíciles.

Por último y no menos importante quiero agradecer a mi madre, hermana y sobrina quienes cedieron algunos de los espacios familiares en pro de mi formación profesional.



## Resumen

Este trabajo parte de la revisión de algunos conceptos básicos del movimiento ondulatorio desde un punto de vista conceptual, histórico y epistemológico; seguimiento de la temática de estudio desde la Mediación estatal, es decir, en general las normas, requisitos y marcos de referencia en donde nos debemos mover en el quehacer docente; Para luego elaborar una propuesta didáctica que parte de las revisiones antes mencionadas con actividades que favorecen la comprensión de algunos conceptos básicos del movimiento ondulatorio y por ultimo una descripción de los avances conceptuales presentados por los estudiantes, a partir de la implementación de la propuesta didáctica que parte de un “estado inicial” en términos de la actividad de palabras clave y similares.

En el diseño de la propuesta didáctica se tiene en cuenta el modelo pedagógico propuesto por el Museo de las Ciencia y El juego de la Universidad Nacional de Colombia, enmarcado dentro de la línea de trabajo en los campos comunicativos y educativos que básicamente apelan a procesos de: recontextualización, mediación y visualización, que son implementados en el aula de clase con un grupo piloto de 37 estudiantes del Colegio Luis Carlos Galán S. de la ciudad de Villavicencio.

**Palabras clave:** Ondas, mediación, recontextualización, visualización, palabras clave, modelo pedagógico

## Abstract

This work departs from the review of the basic concepts of the wave movement from a conceptual, historical point of view and epistemological; follow-up of the subject matter of study from the state Mediation, that is to say, in general the procedure, requirements and frames of reference where we must move in the educational occupation; then to elaborate a didactic offer that departs from the reviews before mentioned with activities that favor the comprehension of some basic concepts of the wave movement and finally a description of the conceptual advances presented by the students, from the implementation of the didactic offer that departs from a " initial condition " in terms of the activity of key and similar words.

In the design of the didactic offer there will be born in mind the pedagogic model proposed by the Museum of the Science and the game of the National University of Colombia, framed inside the line of work in the communicative and educational fields that basically appeal to processes: recontextualización, mediation and visualization, which they are implemented in the classroom of class by a pilot group of 37 students of the College Luis Carlos Galán S. of Villavicencio city.

**Keywords:** Wave, mediation, recontextualización, visualization, keywords, pedagogic model

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen .....</b>	<b>IX</b>
<b>Lista de figuras .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Lista de tablas .....</b>	<b>XIV</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Acercamiento histórico y fundamentación epistemológica .....</b>	<b>3</b>
1.1 Inicios de la teoría Ondulatoria. ....	3
1.2 Evolución de la teoría Ondulatoria.....	4
<b>2. Fundamentación Conceptual.....</b>	<b>7</b>
2.1 Formación de las Ondas.....	7
2.1.1 Onda viajera – pulso y tren de onda .....	7
2.2 Tipos de Ondas.....	9
2.2.1 Según el medio en que se propaguen.....	9
2.2.2 Según la relación entre la vibración y la dirección de propagación .....	9
2.3 Reflexión de las Ondas.....	10
2.3.1 Extremo fijo.....	10
2.3.2 Extremo Libre .....	11
2.4 Refracción de las Ondas.....	11
2.5 Principio de superposición de Ondas – Interferencia.....	12
2.5.1 Ondas con la misma Amplitud y frecuencia.....	13
<b>3. Fundamentación Pedagógica .....</b>	<b>15</b>
3.1 Los lineamientos curriculares y los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.....	16
3.2 Procesos de recontextualización y procesos de mediación. ....	17
3.2.1 Características de las mediaciones que se ven involucradas en la preparación de la clase.....	19
3.3 Mediaciones Intragrupales.....	19
3.4 Proceso de Visualización, Imaginación y Construcción de una Narrativa.....	20
3.5 El Aprendizaje Activo .....	21
3.5.1 Aspectos que propician el Aprendizaje Activo en los estudiantes .....	22

<b>4. Fundamentación metodológica de las Ciencias Naturales .....</b>	<b>23</b>
4.1 Mediaciones estatales.....	24
4.1.1 Lineamientos curriculares y estándares de Ciencias Naturales.....	24
4.1.2 Lineamientos Institucionales .....	25
4.2 Revisión de la forma en que abordan el concepto de onda en los textos de educación básica secundaria.....	26
<b>5. Propuesta Pedagógica.....</b>	<b>29</b>
5.1 Estructura de la propuesta .....	29
5.2 Información acerca de las ideas de los estudiantes sobre el tema de estudio ..	30
5.2.1 Resultados de la actividad aplicada.....	31
5.2.2 Implementación los procesos de visualización, imaginación y construcción de una narrativa.....	33
5.2.3 Descripción de los avances presentados en las ideas.....	40
<b>6. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>43</b>
6.1 Conclusiones.....	43
6.2 Recomendaciones .....	44
<b>A. Anexo: Explorando Ideas Previas .....</b>	<b>47</b>
<b>B. Anexo: Resultados Palabras clave dadas por los estudiantes. ....</b>	<b>51</b>
<b>C. Anexo: Guía Jugando con Las Ondas .....</b>	<b>53</b>
<b>D. Anexo: Guía Navegando con Las Ondas .....</b>	<b>61</b>
<b>E. Anexo: Evaluando lo aprendido con thatquiz.....</b>	<b>65</b>
<b>F. Anexo: Interferencia en patrones de Moiré.....</b>	<b>69</b>
<b>G. Anexo: Laboratorio de aprendizaje activo – reflexión.....</b>	<b>71</b>
<b>H. Anexo: Clase teórica demostrativa – refracción “cazando peces” .....</b>	<b>77</b>
<b>I. Anexo: Palabras clave dadas por los estudiantes después de aplicar las Actividades.....</b>	<b>79</b>
<b>J. Anexo: Imágenes de las actividades realizadas.....</b>	<b>81</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>87</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 2- 1:</b> (a) Pulso; (b) Tren de onda.....	8
<b>Figura 2- 2:</b> Representación de las características de las Ondas .....	8
<b>Figura 2- 3 :</b> Onda Transversal.....	9
<b>Figura 2- 4:</b> Onda Longitudinal .....	10
<b>Figura 2- 5:</b> Pulso reflejado en un extremo fijo.....	10
<b>Figura 2- 6:</b> pulso reflejado en un extremo libre.....	11
<b>Figura 2 - 7:</b> Refracción de una onda plana desde un medio 1 a otro medio 2. ....	11
<b>Figura 2 - 8:</b> Interferencia constructiva de dos pulsos .....	14
<b>Figura 2 - 9:</b> interferencia destructiva de dos pulsos .....	14
<b>Figura 3 –1 :</b> Representación de los procesos de recontextualización .....	18
<b>Figura 4 – 1 :</b> Malla curricular de Física grado once – Colegio Luis Carlos Galán S.....	25
<b>Figura 5 – 1 :</b> Reporte de equivocaciones frecuentes generado por Thatquiz.....	36

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 4 – 1</b> Análisis textos empleados en la enseñanza aprendizaje de los conceptos de onda .....	26
<b>Tabla 5- 1:</b> resultados porcentuales de palabras clave – actividad inicial .....	31
<b>Tabla 5- 2:</b> resultados porcentuales de palabras clave – actividad final.....	40

# Introducción

En la Física, se parte de las vivencias propias del estudiante y las situaciones recreadas como fundamento de los aprendizajes, promoviendo así su aplicación a procesos reales. A su vez, se promueve la explicación de los fenómenos naturales y la interpretación de los modelos que explican la naturaleza de dichos fenómenos propiciando un aprendizaje que permite dar explicación a su entorno.

Es por ello que un elemento importante en la formación de nuestros estudiantes, radica en ofrecerles estrategias que le permitan conocer y comprender su entorno, que le permitan desarrollar habilidades paralelas como: el mejorar su habilidad para observar el sistema de estudio, seleccionar aquellas magnitudes que le permiten describir mejor los sistemas físicos y sus cambios, recolectar y sistematizar mejor la información que obtiene, así como la manera en que puede analizar e interpretar de tal manera que formule hipótesis que le permitan verificar o no su validez para formular modelos matemáticos, generando explicaciones fundamentadas de fenómeno estudiado.(se aprende socialmente, dándole importancia al trabajo en equipo)

Cabe destacar que para lograr esto, se hace necesario modificar la metodología de enseñanza de la ciencia, e implementar nuevas estrategias que atraigan la atención de los estudiantes y a su vez fortalezcan sus habilidades científicas e investigativas. El desarrollo de procesos educativos orientados a la comprensión, plantea retos significativos a la enseñanza de las ciencias, sobresaliendo aquellos que conciernen al problema de la interpretación de los comportamientos observables, como es el caso de las Ondas, que causa curiosidad en los estudiantes.

Lograr que los estudiantes den explicaciones físicas a diversos interrogantes como por ejemplo: por qué se forman Ondas cuando cae una gota de agua en un estanque, por qué cuando se comprime una parte de un resorte estirado y luego se suelta este parece desplazarse, a qué se debe la aparición de los colores en películas jabonosas, se convierten en un reto, ya que para ello es necesario el estudio del Movimiento ondulatorios, que no es nada fácil para el estudiante, debido que se requiere del estudio de variables espaciales y temporales en un mismo evento, al que no están acostumbrados los estudiantes, debido a que en la escuela se brinda un aprendizaje de

tipo puntual, es decir de conceptos aparentemente independientes. Se plantea entonces en este trabajo, estudiar y revisar algunos de los conceptos básicos del Movimiento Ondulatorio como fundamento para diseñar una propuesta didáctica que contribuya a la transformación de la enseñanza – aprendizaje y favorezca la comprensión de los conceptos abordados por los estudiantes.

Para alcanzar estos objetivos se trabajará en las siguientes perspectivas: revisión de los conceptos básicos del movimiento ondulatorio desde un punto de vista conceptual, histórico y epistemológico; seguimiento de la temática de estudio desde la Mediación estatal, es decir, en general las normas, requisitos y marcos de referencia en donde nos debemos mover en el quehacer docente (Lineamientos curriculares y estándares de Ciencias Naturales); elaboración de una propuesta didáctica a partir de las revisiones antes mencionadas con actividades que favorezcan la comprensión de algunos conceptos básicos del movimiento ondulatorio y por ultimo una descripción de los avances conceptuales presentados por los estudiantes, a partir de la implementación de la propuesta didáctica partiendo de un “estado inicial” que mas adelante precisaremos en términos de la actividad de palabras clave y similares. La propuesta piloto se aplicará con un grupo de 37 estudiantes de grado undécimo del Colegio Luis Carlos Galán S. de la ciudad de Villavicencio.

En el diseño de la propuesta didáctica se tendrá en cuenta el modelo pedagógico propuesto por el Museo de las Ciencia y El juego de la Universidad Nacional de Colombia, enmarcado dentro de la línea de trabajo en los campos comunicativos y educativos que básicamente apelan a procesos: recontextualización, mediación y visualización. El trabajo se estructura en seis capítulos, el primero abarca la fundamentación histórica y epistemológica del movimiento Ondulatorio. El segundo capítulo hace referencia al marco conceptual que involucra los conceptos precisos para la elaboración de la propuesta didáctica. El tercer capítulo detalla la fundamentación pedagógica de la propuesta. El cuarto capítulo se presenta la fundamentación metodológica de las Ciencias Naturales. En el quinto capítulo se aborda la propuesta didáctica, descripción y una evaluación de los avances presentados por el grupo de trabajo piloto. En el sexto y último capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones finales.

# 1. Acercamiento histórico y fundamentación epistemológica

La esencia del conocimiento de una ciencia radica en percibir cómo han surgido los principios, cómo se han formulado las leyes y cuáles han sido las trayectorias experimentales e intelectuales que se han debido seguir hasta conseguir establecer las teorías que los explican. Esto implica que se debe “Conocer la historia de las ciencias, no sólo como un aspecto básico de la cultura científica general, sino primordialmente, como una forma de asociar los conocimientos con los problemas que originaron su construcción, cómo llegaron a articularse en cuerpos coherentes, cómo evolucionaron, cuáles fueron las dificultades, sin lo cual dichos conocimientos aparecen como construcciones arbitrarias”<sup>1</sup>. Por esto aquí se presenta aproximación teórica a los conocimientos científicos que dieron origen al estudio de la teoría ondulatorio.

## 1.1 Inicios de la teoría Ondulatoria.

Los primeros en hacerse preguntas concretas, relacionadas con el fenómeno de la visión y la luz, tuvieron una serie de modelos para explicar algunos comportamientos, entre los cuales se encuentran:

Demócrito (siglo IV A.C) sostenía que la luz era un flujo de partículas emitido por los cuerpos visibles, mientras que Platón (347 ó 348 A.C.) suponía que nuestros ojos emitían partículas que llegaban a los objetos y los hacían visibles. Aristóteles (384 – 322 AC) por su parte, afirmaba que la luz era un fluido inmaterial entre los objetos y los ojos. Euclides (300 a.C.) introdujo el concepto de rayo de luz emitido por el ojo, que se propagaba en línea recta hasta alcanzar el objeto.

---

<sup>1</sup> GIL PÉREZ, D. ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias? Enseñanza de las Ciencias. 1991.

El árabe, Ajasen Basora (965-1039) introdujo la idea de que la luz era un proyectil que provenía del sol, rebotaba en los objetos y de estos llegaba al ojo. Leonardo da Vinci (1492-1519), durante el Renacimiento, estableció cierta similitud entre la luz, el sonido y las ondas de agua. En efecto, da Vinci advirtió una semejanza entre la reflexión de la luz y el eco. Propuso, entonces, la hipótesis de que la luz podría ser un tipo de movimiento ondulatorio, tal como las ondas formadas en el agua.

## 1.2 Evolución de la teoría Ondulatoria.

En el siglo XVII Newton consolidó en sus trabajos la formulación corpuscular de la luz, muchos experimentos mostraban que efectivamente la luz tiene un comportamiento de partícula. No obstante, durante los trabajos desarrollados por Thomas Young y otros científicos de los siglos XVII y XIX se obtuvieron resultados que la teoría corpuscular no podía explicar, como la aparición de franjas oscuras cuando dos fuentes de luz se sumaban frente a una pantalla. Grandes físicos desarrollaron la teoría ondulatoria, Fresnel, Huygens, Maxwell. Los trabajos de Maxwell no sólo permitieron demostrar el carácter ondulatorio de la luz sino que también predijo su carácter electromagnético. Aún con la teoría elaborada por Maxwell existían fenómenos que no podían ser explicados a través de la teoría electromagnética, como el efecto fotoeléctrico, cuya explicación dada a comienzos del siglo XX por Einstein no excluyó el carácter ondulatorio de la luz, pero retomó la posibilidad para que la luz pudiera ser estudiada a través de formulaciones corpusculares. Einstein teniendo en cuenta que el comportamiento corpuscular y el ondulatorio son tratamientos excluyentes para un mismo ente físico de manera simultánea, concluyó que la luz dependiendo de las circunstancias debía ser estudiada como partícula o como onda. Cuando se estudian fenómenos de interferencia y difracción la teoría utilizada será aquella que modele la luz como una onda.

Existen numerosos mecanismos físicos y químicos que explican la forma cómo los materiales modifican las ondas electromagnéticas dentro del rango visible (400 – 700 nm). Kurt Nassau en su libro *The Physics and Chemistry of Color: The Fifteen Causes of Color*, resume esos mecanismos físicos y químicos en cinco grupos: “vibraciones y excitaciones simples, transiciones que involucran efectos de campo ligado, transiciones entre orbitales moleculares, transiciones que involucran bandas de energía y óptica geométrica y física; dentro de cada grupo se ubican diferentes causas que finalmente Nassau denomina las quince causas del color. En especial dentro del grupo de óptica geométrica y física”<sup>2</sup>, Nassau señala la interferencia como una causa generadora de

---

<sup>2</sup> NASSAU Kurt . *Physics and Chemistry of Color: The Fifteen Causes of Color*. Publicaciones John Wileys y Sons. Canadá 2001 pág. 247.

color en las burbujas de jabón, en las capas de aceite sobre agua y en particular en algunos recubrimientos delgados.

El fenómeno del color de interferencia en las burbujas se puede explicar por la diferencia de camino óptico entre un rayo de luz que es reflejado en la superficie de la burbuja y otro que es reflejado en el fondo de la misma, logrando así que algunas longitudes de onda de la luz blanca incidente interfiera constructivamente reforzando la intensidad y en otras longitudes de onda interfieran destructivamente teniendo un resultado final de reflexión variando con la longitud de onda. Newton hace más de 250 años en su libro *Treatise on Opticks* presentaba la analogía de estos fenómenos con los que suceden en platillos delgados cuando pasa la luz (anillos de Newton), o cuando se observa la luz adyacente o muy cercano a un cabello. Paradójicamente Newton que no creía en la naturaleza ondulatoria de la luz, observó los anillos que llevan su nombre; hoy se sabe, que si la luz no presentara comportamiento ondulatorio sería imposible modelar los fenómenos de difracción e interferencia de la luz.



## 2. Fundamentación Conceptual

Los elementos teóricos a los que hace referencia este trabajo, están enmarcados en el estudio del comportamiento ondulatorio de la luz. Como la naturaleza ondulatoria de la radiación electromagnética no puede ser percibida directamente por nuestros sentidos, se hará un estudio del movimiento ondulatorio mecánico, el cual permite ser observado directamente. Para de esta forma abordar los conceptos básicos del movimiento ondulatorio.

### 2.1 Formación de las Ondas

Una onda es una perturbación que se propaga desde el punto en que se produjo hacia el medio que rodea ese punto. Las ondas materiales (todas menos las electromagnéticas) requieren un medio elástico para propagarse. El medio elástico se deforma y se recupera vibrando al paso de la onda. La perturbación comunica una agitación a la primera partícula del medio en que impacta, este es el foco de las ondas y en esa partícula se inicia la onda. La perturbación se transmite en todas las direcciones por las que se extiende el medio que rodea al foco con una velocidad constante en todas las direcciones, siempre que el medio sea de iguales características físico-químicas en todas las direcciones. Todas las partículas del medio son alcanzadas con un cierto retraso respecto a la primera y se ponen a vibrar. Una onda transporta energía pero no transporta materia: las partículas vibran alrededor de la posición de equilibrio pero no viajan con la perturbación.

#### 2.1.1 Onda viajera – pulso y tren de onda

El movimiento de cualquier punto material de un medio (aire, agua, etc.) puede ser considerado como una fuente de ondas. Al moverse perturba el medio que lo rodea y esta perturbación, al propagarse, puede originar un pulso o un tren de ondas. Un impulso único, una vibración única en el extremo de una cuerda, al propagarse por ella origina un tipo de onda llamada *pulso (a)*, las partículas oscilan una sola vez al paso del pulso, transmiten la energía y se quedan como estaban inicialmente, es decir que el pulso sólo

está un tiempo en cada lugar del espacio. Si las vibraciones que aplicamos al extremo de la cuerda se suceden de forma continuada se forma un *tren de ondas* (b) que se desplazará a lo largo de la cuerda, esto viene a ser una onda viajera.

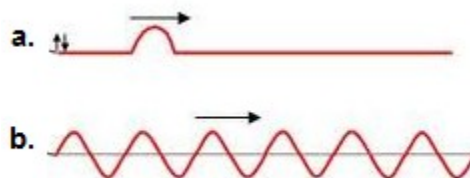


Figura 2- 1: (a) Pulso; (b) Tren de onda

Cuando “la perturbación se produce en ciclos repetitivos se dice que la onda es periódica”<sup>3</sup> en la cual se pueden observar las siguientes características:

- ❖ La posición más alta con respecto a la posición de equilibrio se llama cresta.
- ❖ El ciclo es una oscilación, o viaje completo de ida y vuelta.
- ❖ La posición más baja con respecto a la posición de equilibrio se llama valle.
- ❖ El máximo alejamiento de cada partícula con respecto a la posición de equilibrio se llama amplitud de onda.
- ❖ El periodo es el tiempo transcurrido entre la emisión de dos ondas consecutivas.
- ❖ Al número de ondas emitidas en cada segundo se le denomina frecuencia.
- ❖ La distancia que hay entre cresta y cresta, o valle y valle, se llama longitud de onda.
- ❖ Nodo es el punto donde la onda cruza la línea de equilibrio.
- ❖ Elongación es la distancia que hay, en forma perpendicular, entre un punto de la onda y la línea de equilibrio.

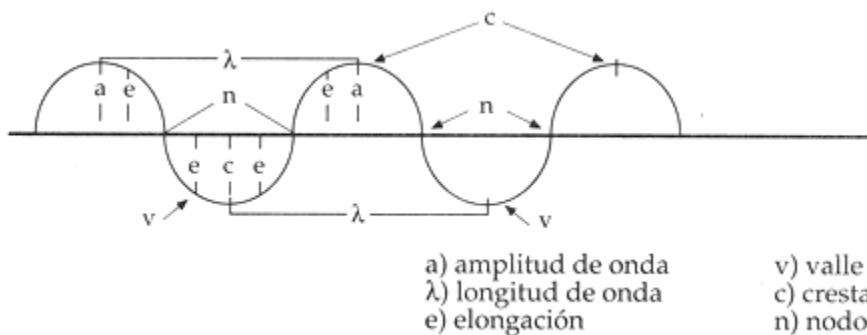


Figura 2- 2: Representación de las características de las Ondas

<sup>3</sup> HEWITT, Paul G. Física conceptual, novena edición. Pearson Educación. México 2004

## 2.2 Tipos de Ondas

### 2.2.1 Según el medio en que se propaguen

#### Ondas mecánicas

Son las que requieren un medio material para propagarse. Ejemplo, el sonido. La onda de sonido ordinario es una forma de transmisión de energía, en la cual las perturbaciones de presión en el aire creadas por fuente vibrante viajan hasta un receptor como el oído. El sonido también puede transmitirse en los líquidos y en los sólidos. Las ondas en una cuerda, en un resorte y las ondas de agua son otros ejemplos de ondas que necesitan de un medio elástico para propagarse. A este tipo de ondas se los denomina ondas mecánicas.

#### Ondas electromagnéticas

En una onda electromagnética, las variaciones con respecto al tiempo son debidas a los campos eléctricos y magnéticos involucrados que se propagan por el espacio sin necesidad de un medio material. La gama de ondas electromagnéticas es muy amplia cobijando a ondas de radio, infrarrojo, luz visible, rayos ultravioleta, rayos X, rayos gamma. La luz es, quizás, el ejemplo más conocido en la Escuela de este tipo de ondas.

### 2.2.2 Según la relación entre la vibración y la dirección de propagación

#### Transversales

Son aquellas ondas en las cuales la oscilación es perpendicular a la dirección de propagación de la onda. En la figura 2-3, el extremo de la cuerda tensa se mueve hacia arriba y hacia abajo y la onda se propaga de izquierda a derecha.



Figura 2- 3 : Onda Transversal

## Longitudinales.

En este tipo la dirección en que viaja la onda o dirección de propagación es paralela a la oscilación de los puntos del medio. Como ejemplo, si se comprime en un resorte las espiras, estas oscilan de izquierda a derecha y de derecha a izquierda, paralelas en cualquier caso a la dirección de propagación.

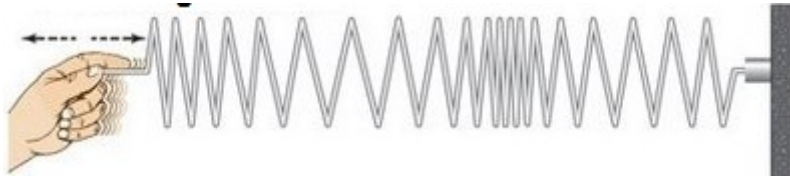


Figura 2- 4: Onda Longitudinal

## 2.3 Reflexión de las Ondas

Ahora se estudiará lo que sucede con una onda al llegar a un extremo que la limita; para este estudio se considera una perturbación en una cuerda, primero se estudiara el caso cuando el extremo esta fijo a la pared y la cuerda no tienen posibilidad de desplazamiento en ese punto. Luego el caso en que la cuerda tiene posibilidad de desplazamiento vertical en el punto de atadura. Esta propiedad de las ondas se aplica a todas las ondas.

### 2.3.1 Extremo fijo

Cuando el pulso de una onda llega al extremo más alejado de una cuerda que esta fija a una pared (figura 2-5) en ese extremo, la onda no se detiene repentinamente, sino que es reflejada. Si no se disipa energía en el extremo lejano de la cuerda, la onda reflejada tiene una magnitud igual a la de la onda incidente; sin embargo, la dirección de desplazamiento se invertirá. Esto sucede porque a medida que el pulso encuentra la pared, la fuerza hacia arriba del pulso en el extremo tira hacia arriba sobre la pared, como resultado y de acuerdo con la tercera ley de Newton, la pared tira hacia abajo sobre la cuerda. Esta fuerza de reacción hace que la cuerda cambie hacia abajo, iniciando un pulso reflejado que se aleja con una amplitud invertida.

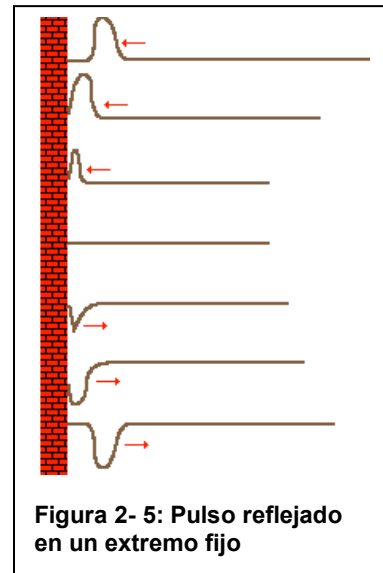
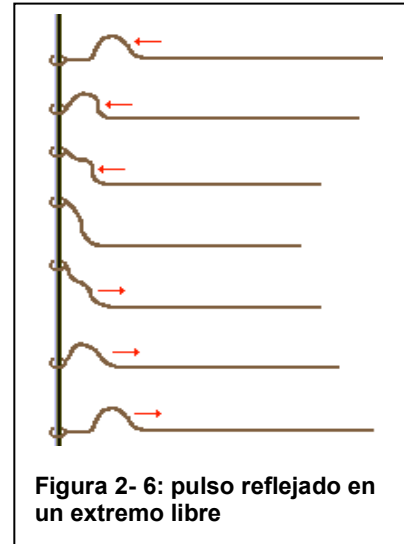


Figura 2- 5: Pulso reflejado en un extremo fijo

### 2.3.2 Extremo Libre

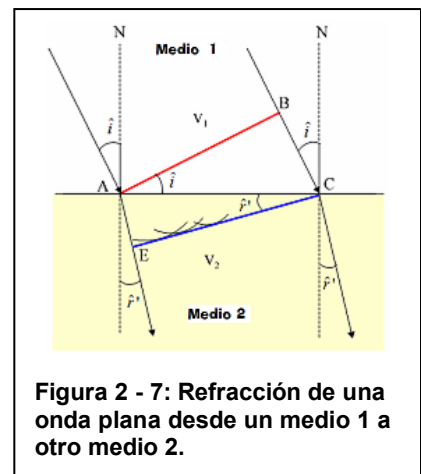
Si la cuerda tiene libertad para moverse en su extremo lejano (Figura 2 – 6). De nuevo, un pulso de onda que viaja a lo largo de la cuerda se refleja cuando alcanza dicho extremo. Pero en este caso se observa que la onda reflejada tiene la misma dirección de desplazamiento que la onda incidente. Es decir, a medida que el pulso alcanza el extremo de la cuerda, ésta se mueve en respuesta al pulso. A medida que el extremo de la cuerda empieza a regresar a su posición, inicia un pulso inverso a lo largo de la cuerda, como si el movimiento final se debiera a alguna fuerza externa. El resultado es un pulso exactamente igual al pulso de onda incidente. Pero viajando en el sentido contrario.



### 2.4 Refracción de las Ondas

Cuando se atan dos cuerdas de diferentes densidades de masa, se observa que la onda generada en la primera cuerda, que se puede llamar medio 1, se transmite parcialmente a la segunda cuerda, el medio 2, el mecanismo que genera la onda transmitida en la cuerda dos se debe a la fuerza que ejerce la cuerda 1 en el punto de unión sobre la cuerda 2. Este es quizás el caso más sencillo del fenómeno denominado refracción. La “refracción de una onda consiste en el cambio de dirección que experimenta cuando pasa de un medio a otro distinto. Este cambio de dirección se produce como consecuencia de la diferente velocidad de propagación que tiene la onda en ambos medios”<sup>4</sup>.

En las ondas se suele utilizar en su descripción el concepto de frente de onda, que se define como el lugar geométrico en donde las partículas del medio vibran u oscilan con la misma fase. Al aplicar esta definición a ondas en cuerdas, el lugar geométrico es simplemente



<sup>4</sup> SEARS Francis. ZEMANSKY Mark. Física Universitaria Vol 2. Editorial Pearson

un punto. Si se utilizan sábanas en lugar de cuerdas, el lugar geométrico corresponde a una línea y si el medio es volumétrico, de acuerdo a esta visualización, el frente de ondas sería un plano y en este caso se habla de ondas planas. En la figura 2-7 se representa la refracción de una onda plana desde un medio 1 a otro medio 2, suponiendo que la velocidad de propagación es menor en el segundo medio que en el primero. A medida que el frente de ondas AB va incidiendo en la superficie de separación, los puntos AC de esa superficie se convierten en fuentes secundarias y transmiten la vibración hacia el segundo medio. Debido a que la velocidad en el segundo medio es menor, la envolvente de las ondas secundarias transmitidas (el lugar geométrico en donde las partículas del medio vibran en fase) conforma un frente de ondas EC, en el que el punto E está más próximo a la superficie de separación que el B y vibra en fase con C.

En consecuencia, al pasar al segundo medio los rayos, que son perpendiculares a los frentes de onda, se desvían acercándose a la dirección normal N. Mediante un razonamiento similar se comprueba que la desviación de la dirección de propagación tiene lugar en sentido contrario cuando la onda viaja de un medio donde su velocidad de propagación es menor a otro en el que es mayor. Para describir formalmente la refracción de ondas luminosas (no mecánicas) se define el índice de refracción de un medio,  $n$ , que indica el número de veces que la velocidad de la luz es mayor en el vacío que en ese medio. Es decir, el índice de refracción es igual a 1 en el vacío (donde la luz tiene su máxima velocidad) y mayor que la unidad en cualquier otro medio.

## 2.5 Principio de superposición de Ondas – Interferencia

Cuando se estudia el efecto combinado de dos o más ondas que viajan en el mismo medio, y en el cual la fuerza que obra sobre las partículas del medio, es proporcional al desplazamiento de las partículas del mismo, se puede aplicar el principio de superposición para obtener la perturbación resultante. Este principio es aplicable a muchos tipos de ondas, incluyendo las ondas en cuerdas, ondas sonoras, ondas superficiales en el agua y *ondas electromagnéticas*. El principio de superposición establece que, “cuando dos o más ondas se mueven en el mismo medio lineal, la onda resultante es la suma vectorial de los desplazamientos que producirían cada una de las perturbaciones”<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> ALONSO Marcelo, Introducción a la Física II, Publicaciones Cultural, pág. 17

### 2.5.1 Ondas con la misma Amplitud y frecuencia.

Lo mencionado en el numeral anterior se puede ejemplificar con ondas periódicas de tipo sinusoidal. En el caso de que las dos ondas tienen el mismo sentido de propagación (sentido positivo de X), y tienen la misma frecuencia, longitud de onda y amplitud, pero difieren en fase se pueden expresar sus funciones de onda individuales como:

$$y_1 = A \operatorname{sen}(wt - kx) \quad (1)$$

$$y_2 = A \operatorname{sen}(wt - kx - \varphi) \quad (2)$$

La función de onda resultante y se obtiene

$$y_{total} = y_1 + y_2 \quad (3)$$

$$y_{total} = A \operatorname{sen}(wt - kx) + A \operatorname{sen}(wt - kx - \varphi) \quad (4)$$

Empleando la identidad trigonométrica siguiente:

$$\operatorname{sen}A + \operatorname{sen}B = 2 \cos \frac{1}{2}(A - B) \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2}(A + B) \quad (5)$$

Se obtiene:

$$y_{total} = \left[ 2A \cos \frac{\varphi}{2} \right] \operatorname{sen} \left( kx - wt - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (6)$$

A partir de la ecuación (6), se observa que el movimiento resultante es nuevamente ondulatorio y tiene la forma general  $f(x - vt)$  o bien  $f(kx - wt)$  que caracteriza matemáticamente a las ondas viajeras<sup>6</sup>. “La onda resultante tiene igual frecuencia y longitud de onda que sus componentes, pero con desfase  $\frac{\varphi}{2}$  respecto a  $y_1$  y  $-\frac{\varphi}{2}$  respecto a  $y_2$ . La amplitud de este movimiento ondulatorio es  $\left[ 2A \cos \frac{\varphi}{2} \right]$  que es diferente al de sus componentes y que además depende de  $\varphi$ . Si  $\varphi = 0, 2\pi, 4\pi \dots$  entonces  $\cos \frac{\varphi}{2} = \pm 1$  y la amplitud de la onda resultante es  $2A$ ”<sup>7</sup>. Lo que indica que la amplitud de la onda resultante es el doble de las ondas individuales. En este caso las ondas están en Fase en todos los puntos, es decir, las crestas y los valles de las ondas individuales coinciden en las mismas posiciones. Este tipo de superposición se denomina *interferencia constructiva* (Figura 2-8). Si  $\varphi = \pi$  ó cualquier múltiplo impar de veces  $\pi$ ,

<sup>6</sup> HAZEN Weyne, PIDD Robert, Física, Editorial Eddison Wesley Publishin Company – Copyright Norma

<sup>7</sup> Ibíd 6.

entonces  $\cos \frac{\varphi}{2} = 0$  y la onda resultante tiene amplitud cero en cualquier punto, en este caso la cresta de una onda coincide con el valle de la otra y sus desplazamientos se cancelan en cada punto. Este tipo de superposición se denomina *interferencia destructiva* (Figura 2-9).

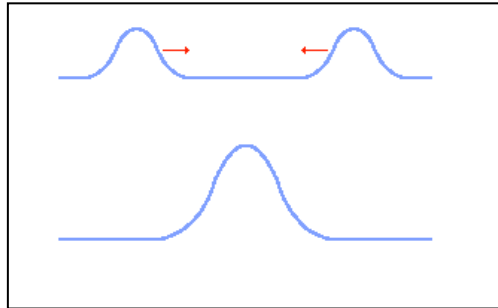


Figura 2 - 8: Interferencia constructiva de dos pulsos

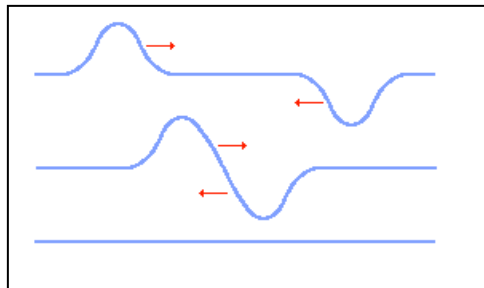


Figura 2 - 9: interferencia destructiva de dos pulsos

De lo visto en este capítulo, se verán casos que tienen que ver con la propagación de ondas, su reflexión, refracción e interferencia.

### 3. Fundamentación Pedagógica

Desde el campo pedagógico en el que está inmerso este trabajo se hace necesario tener claras las teorías conceptuales, pedagógicas y didácticas en las que se orienta la práctica educativa. Para ello se tendrá en cuenta el modelo pedagógico implementado por el Museo de la Ciencia y el Juego, de la Universidad Nacional de Colombia, que se fundamenta en la idea de que “Todo acto educativo es un acto comunicativo y todo acto comunicativo es un acto educativo”. En la construcción del modelo del Museo intervienen los procesos de mediación y recontextualización, que surgen a partir de la concepción de comunicación científica, idea que fue concebida como una “forma particular de mediación cultural, que al igual que la enseñanza formal de las ciencias, constituye una recontextualización de algún aspecto del conocimiento o de la práctica científica”<sup>8</sup>.

El modelo pedagógico del Museo, presenta ciertas semejanzas, con el modelo desarrollado, a partir de un contexto comunicativo, por Basil Bernstein<sup>9</sup> y aunque en una forma más distante, con la conceptualización de la transposición didáctica introducida por Yves Chevallard<sup>10</sup>. La diferencia respecto a los esquemas de Berstein y de Chevallard consiste, en grandes rasgos, en que el Museo considera a los diferentes procesos de mediación como estructurantes de los procesos de recontextualización.

Como un elemento nuevo e innovador en la práctica pedagógica, se pretende entonces, llevar el modelo pedagógico del Museo, considerado como un espacio de educación no formal e informal, al aula de clases que es un espacio de educación formal, sin olvidar las mediaciones estatales que hacen parte fundamental en el desarrollo de las actividades escolares.

---

<sup>8</sup> La divulgación científica y la apropiación cultural de las ciencias, artículo publicado a manera de editorial en la revista “Naturaleza, Educación y Ciencia” (1986) por José Granés y Paul Bromberg,

<sup>9</sup> DÍAZ M, La construcción social del Discurso Pedagógico: BERNSTEIN Basil, Editorial Prodic “El Griot”. 1993

<sup>10</sup> CHEVALLARD, Y. La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. Aique. Argentina. 1998.

### **3.1 Los lineamientos curriculares y los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental**

Entre las mediaciones estatales que mayor influencia tienen a niveles generales, hasta llegar al contexto del aula se encuentran los lineamientos curriculares para el área de Ciencias Naturales y Educación ambiental y los estándares de ciencias naturales. Por su parte los Lineamientos curriculares “ofrecen orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas para el desarrollo curricular desde preescolar hasta educación media. Con la finalidad de que los estudiantes desarrollen un pensamiento científico, que permita contar con una teoría integral del mundo natural dentro del contexto de un proceso de desarrollo humano, que le proporcione una concepción del mismo y de sus relaciones con la sociedad y la naturaleza con la preservación de la vida del planeta”<sup>11</sup>.

Por otra parte en el recorrido por el estudio de las ciencias naturales en los distintos niveles de la educación, el estudiante entenderá que la ciencia tiene una dimensión universal, que es cambiante, entendible y que permite explicar y predecir. Además la educación en ciencias debe formar para el dominio del lenguaje de la ciencia, para la comunicación según distintas circunstancias y modalidades y en general, para la adaptación del ser humano. En este sentido, desde el punto de vista pedagógico, se debe tener en cuenta que, para lograr el dominio y la comprensión del lenguaje propio de las ciencias, los niños, niñas y jóvenes, transitan paulatinamente desde un universo de significados muy ligado a su realidad cercana, que se enriquece permanentemente, hasta alcanzar niveles cada vez más altos de abstracción y de generalización.

Sin embargo al trasladar esta propuesta teórica al esquema básico de distribución de estándares en los entornos (vivo, físico, ciencia y tecnológico) planteados por el ministerio, por grados y niveles, la riqueza de la misma se ve afectada por una visión temática cuya distribución y enlace no está clara para quien aborda la articulación de los estándares y los lineamientos curriculares con el Plan de Estudios y el Plan de Aula institucional. Aunque es de aclarar que los estándares se definieron para que los estudiantes no se limiten a acumular conocimientos, sino que aprendan lo que es necesario en la vida y lo apliquen todos los días en la solución de problemas reales. En concordancia con lo anteriormente mencionado se hace necesario general procesos de mediación y procesos de recontextualización que lleven al estudiante a establecer hilos conductores entre el conocimiento cotidiano, el académico y el científico.

---

<sup>11</sup> Ministerio de Educación Nacional. Lineamientos curriculares para el área de Ciencias Naturales y Educación ambiental.

### 3.2 Procesos de recontextualización y procesos de mediación.<sup>12</sup>

La comunicación de la ciencia involucra procesos de recontextualización de un saber generado por una comunidad de científicos con el fin de que ese saber ya modificado sea apropiado por otra comunidad. En este sentido se tiene que:

“Para Bernstein, el principio de recontextualización crea su propio campo de recontextualización (CR) y sus agentes de recontextualización con funciones especiales...El CR tiene una función muy importante en la creación de lo que conocemos como autonomía de la educación. Podemos distinguir, en este caso dos campos: el campo de recontextualización oficial (CRO) creado y dominado por el Estado con sus respectivos agentes oficiales y el campo de recontextualización pedagógica (CRP) en el cual se incluyen las escuelas, colegios, departamentos de educación, revistas especializadas, fundaciones privadas, etc.).”<sup>13</sup>

Desde este punto de vista, Bernstein considera que el campo de recontextualización pedagógico es un principio por medio del cual los discursos son apropiados y relacionados entre sí para efectos de su transmisión y aprendizaje selectivo, es un principio que regula la circulación y el reordenamiento de los discursos, que da origen a discursos especializados mediante procesos de descontextualización y recontextualización.

En el proceso de descontextualización el discurso se desubica de su posición original de un lugar a otro (es desprovisto de su contexto). Cada vez que un discurso se descontextualiza, se transforma en otro, siendo entonces el discurso pedagógico un principio que se construye mediante un proceso de recontextualización el cual apropia, reubica, reenfoca selectivamente los discursos para constituir su propio orden. En este sentido, el discurso pedagógico no puede identificarse con ninguno de los discursos que ha recontextualizado. En el campo de recontextualización los discursos o elementos discursivos producidos en el campo de contextualización primaria (campo de producción discursiva) son seleccionados, combinados y recontextualizados, y por tanto el proceso de recontextualización se da en varias etapas y tiene lugar dentro de diferentes campos.

---

<sup>12</sup> Las ideas desarrolladas en esta sección fueron presentadas por el profesor Julián Betancourt M, Director del Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional, en el Taller de Aula Experimental (Febrero de 2011), dentro del marco de los cursos ofrecidos por la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

<sup>13</sup> Bernstein Basil, Hacia una sociología del discurso pedagógico. Colección Seminarium, Magisterio, Bogotá, Colombia, 2000.

En la siguiente representación se pueden identificar los procesos de recontextualización, en la práctica pedagógica diseñados por el profesor Julián Betancourt M desde el MCJ de la Universidad Nacional de Colombia.

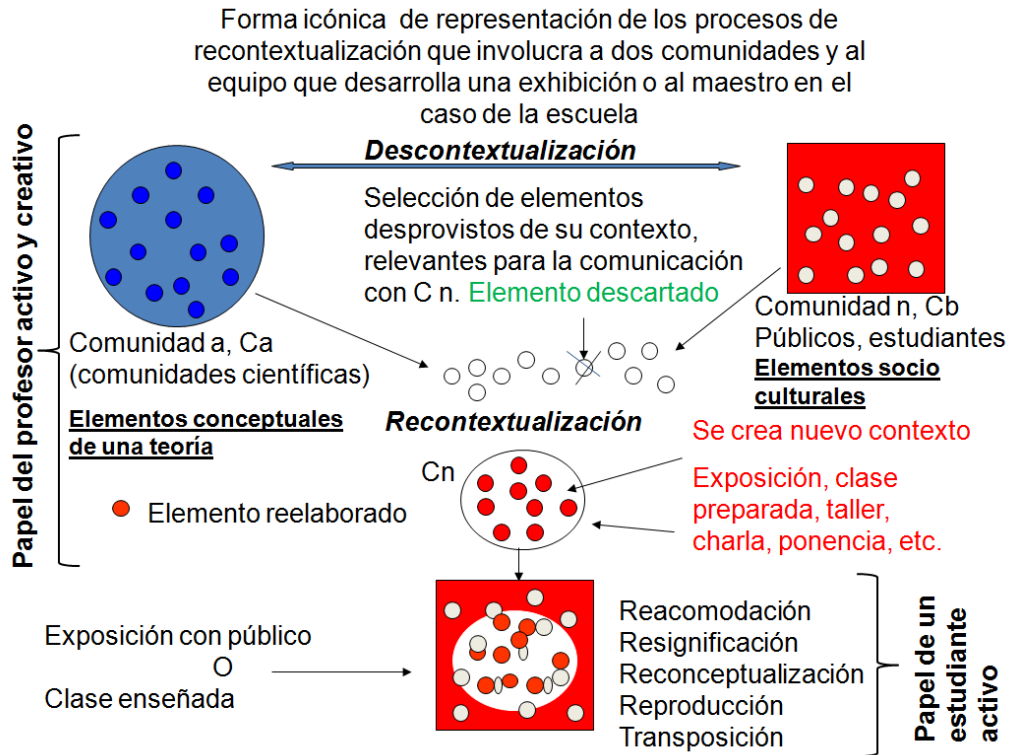


Figura 3 – 1: Representación de los procesos de recontextualización <sup>14</sup>

Por otra parte la mediación supone un “puente”, nunca neutral, con connotaciones socio culturales entre dos comunidades distintas que facilita la recontextualización de saberes. Son procesos complejos que buscan construir sentido entre las partes. Recontextualizar supone partir de un contexto c.a, en donde interesan los elementos conceptuales de una teoría y de otro c.b en donde interesan generalmente elementos socioculturales. De los dos contextos se descontextualizan elementos relevantes y posteriormente se crea un nuevo contexto c.n en donde los elementos conceptuales finales tienen un sentido distinto al que tenían en c.a. cuando este nuevo contexto de “corpus de conocimiento” se aplica en el aula de clase hay reordenamientos, nuevos enfoques, reconceptualizaciones. Es una resignificación de sentidos, en donde la cultura y el lenguaje también juegan un rol importante. Es así, como a partir del diagrama anterior figura (3-1), van a entrar distintas mediaciones que efectivamente van a estructurar el nuevo contexto.

<sup>14</sup> Esquema desarrollado por el profesor Julián Betancourt M, Director del Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional, de Colombia.

### 3.2.1 Características de las mediaciones que se ven involucradas en la preparación de la clase.

<b>Mediaciones individuales</b>	Características relevantes del docente para el proceso como cultura, conocimientos específicos, gustos, creencias, habilidades y compromiso con su que-hacer pedagógico.
<b>Mediaciones Intragrupales</b>	Características y relaciones entre estudiantes o entre maestros, tales como: la edad y creencias del grupo de estudiantes.
<b>Mediaciones intergrupales</b>	Relaciones maestro-estudiantes, directivos-maestros, directivos-estudiantes
<b>Mediaciones Institucionales</b>	El pensum, el PEI
<b>Mediaciones estatales</b>	Los Lineamientos curriculares, estándares curriculares, leyes y normas

Existen otras mediaciones que están implícitas en lo dicho anteriormente. Por un lado, se está inmersos en una cultura cuyos valores, globales y locales, median de distinta forma (Mediaciones culturales) lo que implica que se debe tener en cuenta las características culturales del público al que se dirige. “Es decir, se trata de una actividad que selecciona, reorienta, adapta, un conocimiento específico, producido en el contexto particular de ciertas comunidades científicas, con el fin de que el conocimiento, así transformado, pueda ser apropiado dentro de un contexto distinto y con propósitos diferentes por una determinada comunidad”<sup>15</sup>. Por otro lado, la Escuela como institución social está relacionada e interactúa con otras instituciones sociales, como por ejemplo la familia, la ciencia, etc. (Mediaciones interinstitucionales).

### 3.3 Mediaciones Intragrupales

Las características socioculturales generales de los estudiantes que hacen parte de la población objeto de estudio corresponden a un grupo de treintaisiete (37) estudiantes de grado once del Colegio Luis Carlos Galán Sarmiento de la ciudad de Villavicencio – jornada de la mañana. El promedio de edades oscila entre los quince y dieciocho años, de estrato socioeconómico 0, 1, 2 y algunos en condiciones de desplazamientos. Los estudiantes se encuentran vinculados al SENA a través de la modalidad de comercio, lo que hace que en jornada contraria realicen su práctica empresarial.

<sup>15</sup> GRANES, José. BROMBERG, Paul. "La divulgación científica y la apropiación cultural de las ciencias". Naturaleza, Educación y Ciencia, No. 4, 1986

### **3.4 Proceso de Visualización, Imaginación y Construcción de una Narrativa**

La visualización como forma pedagógica se basa en “mostrar” mediante experimentos, símiles, demostraciones, videos, multimedia y otras actividades, con el propósito de que los estudiantes construyan imágenes sobre lo mostrado, es decir, puedan imaginar construyendo sentido sobre lo que se enseña a través de conformar una narrativa propia. La visualización debe generar procesos de observación lo que a su vez conducirá a procesos de comparación y de relación, y esto a su vez llevará a inferir y argumentar. Procesos como explorar, observar y comparar, relacionar e inferir y argumentar ayudan a estructurar la mente, lo cual permite construir narrativas que llevan a ordenamientos y racionalidades. Además la visualización se considera una tarea del proceso comunicativo, por medio del cual se transforman los datos abstractos y los fenómenos complejos de la realidad en mensajes visibles, y que lleva a un procesos de descripción, exploración y análisis de datos en función de descubrir o aplicar conocimientos.

Por otra parte, el generar proceso de visualización conlleva construir procesos de imaginación que son de vital importancia en el desarrollo de las ciencias, es así como Bachelard propone una pedagogía activa tanto para la imaginación como para la razón, que promueva un “despertar” de ambas. Teniendo en cuenta la dualidad de los caminos de la imaginación y de la razón, pero también su dialéctica y complementariedad, en ambos casos, busca despertar las potencias de asombro, maravillarnos, suscitar acontecimientos de la imaginación y de la razón. Una pedagogía activa que ofrezca a los niños, niñas y jóvenes experiencias de descubrimiento y experiencias racionales a partir de la actividad científica, a partir de las cuales se puedan construir nuevas narrativas.

La narrativa tiene elementos socioculturales pertinentes que hacen posible la construcción de sentido y significado, lo que a su vez posibilita que el estudiante pueda referir lingüística o visualmente una sucesión de hechos que se producen a lo largo de un tiempo determinado y que, normalmente, da como resultado la variación o transformación, en el sentido que sea, de la situación inicial.

### 3.5 El Aprendizaje Activo

El conocimiento enseñado tiene la característica de ser situado, es decir que forma parte del contexto donde se utiliza y tiene razón de ser. Esto implica que el docente debe construir estrategias en las que se aprendan haciendo, viviendo la experiencia, relacionando los contenidos del currículo con una situación de la vida real. No sobra reiterar que los procesos de enseñanza y de aprendizaje son procesos contextualizados.

Este aprendizaje está basado en el estudiante, es decir, es un aprendizaje que sólo puede adquirirse a través de la implicación, motivación, atención y trabajo constante del estudiante: este no constituye un agente pasivo, puesto que no se limita a escuchar en clase, tomar notas y, muy ocasionalmente, plantear preguntas al profesor a lo largo de la clase, sino que participa y se implica en la tarea, necesariamente, para poder obtener los conocimientos o informaciones que se plantean como objetivos de la asignatura.

Por tanto se requiere, por parte del profesor, una nueva manera de conducir la clase y la asunción de un nuevo papel: en el aprendizaje activo el profesor no constituye el eje central debido a que es el estudiante quien asume la responsabilidad de trabajar para obtener el conocimiento.

El aprendizaje activo supone un cambio importante en la forma de ver la enseñanza y el aprendizaje, requiere un cambio de rol tanto del profesor como de los estudiantes. Éstos últimos, a través de la práctica y la experiencia pueden adaptarse a las nuevas formas de enseñanza, pero el profesor necesita de una formación específica, debido a que ha de saber cómo, cuándo y con qué recursos puede poner en práctica unas u otras actividades dirigidas al desarrollo del aprendizaje activo del estudiante, además, hay que tener en cuenta que la dinámica y el control de la clase siguen dependiendo del docente.

Dentro de las actividades que se pueden desarrollar a partir del aprendizaje activo, se encuentran las clases teóricas demostrativas y los laboratorios de aprendizaje activo, que están encaminadas a demostrar hechos concretos, donde se evidencian resultados relacionados directos con los conceptos que se deseen desarrollar. Es de aclarar que tanto en la clase teórica demostrativa como en los laboratorios de aprendizaje activo se utiliza el mismo procedimiento. La diferencia radica en que en el primero, el docente es quien realiza la demostración, y en el segundo son los estudiantes quienes realizan la práctica. Este tipo de procesos son esquematizados la Representación de los procesos de recontextualización figura (3-1)

Para el desarrollo de la clase teórica demostrativa y los laboratorios de aprendizaje activo, se generan tres momentos con sus respectivas herramientas (guía de aprendizaje activo), el momento uno es un espacio para realizar predicciones individuales, (en este espacio se hace énfasis en que las predicciones no se tendrán en cuenta para la evaluación). En el segundo momento se conforman grupos de dos a cuatro estudiantes, quienes dan a conocer sus predicciones individuales, las discuten y llegan a acuerdos que serán registrados por el relator (seleccionado por el grupo) en la hoja de predicciones grupales, que posteriormente se socializan y el docente recoge (verbalmente o por escrito) las predicciones de cada grupo. El tercer momento es la realización de la demostración experimental, donde se genera un espacio de discusión y comparación con las predicciones grupales, para finalmente registrar los datos en la hoja de resultados, que hará parte de las evidencias que tendrán los estudiantes. Es importante cerrar la actividad haciendo que los estudiantes describan el avance de su aprendizaje.

### **3.5.1 Aspectos que propician el Aprendizaje Activo en los estudiantes**

Para conseguir el “Aprendizaje Activo en los estudiantes, el profesor deberá proponer actividades”<sup>16</sup> que:

- Implice al estudiante en la tarea como prerrequisito para la adquisición de nuevos conocimientos.
- Sean motivadoras, en este sentido la forma como el profesor presenta la actividad constituye un elemento importante.
- Se ajusten al propio grupo: realizar actividades en grupos pequeños, donde se proponen actividades de aprendizaje cooperativo: partiendo del propio grupo como motor y constructor del conocimiento.
- Estén adecuadas a los objetivos que el profesor se ha planteado, es por ello que han de ser planificadas en la programación.

---

<sup>16</sup> SCHWARTZ, S y POLLISHURE, M. Aprendizaje activo, una organización de la clase centrada en el alumnado. Editorial Narcea, Madrid (1998)

## 4. Fundamentación metodológica de las Ciencias Naturales

En este capítulo, se hace un seguimiento a la temática de estudio Ondas, desde grado transición hasta grado once, tanto de los lineamientos curriculares de ciencias naturales como de los estándares, para luego cruzar esta información y determinar las regularidades que estas presentan. En cuanto a los lineamientos institucionales caracterizados dentro de las mediaciones institucionales señalados en el capítulo anterior, se selecciona el Plan de estudios de física de la institución, a partir de este se identifican los logros, competencias y conocimientos que los estudiantes deben alcanzar para de esta forma obtener información para el diseño de los procesos visualización, imaginación y construcción de una narrativa que harán parte de la propuesta.

Por otra parte, se seleccionan cinco textos de física de grado once de básica secundaria, y se analiza cuál es el lugar que desde ellos se asigna al concepto de Onda, al igual que la metodología empleado para presentar dicha información. Se rastrea la importancia que los textos asignan a las ondas, para de esta manera poder describir tendencias acerca de cómo se trata el tema<sup>17</sup> teniendo en cuenta los siguientes factores: Relaciones donde los conceptos aparecen involucrado; Estilo de tratamiento que se le da al concepto (abordaje por medio de ecuaciones, abordaje por medio de imágenes, abordaje según el estilo con que se atiende al tema: Por comparación ó referencia)

---

<sup>17</sup> Hernández Sampieri Roberto, Metodología De La Investigación, Mc Graw Hill, 2006.

## 4.1 Mediaciones estatales

### 4.1.1 Lineamientos curriculares y estándares de Ciencias Naturales

Colombia ha estado trabajando “para mejorar la calidad de su educación, lo que significa que todos, independientemente de sus condiciones socioeconómicas, ingresen, permanezcan y aprendan en la escuela lo que tienen que aprender en el momento que tienen que hacerlo. Para ello, se han adelantado reformas que se consignan en la Ley General de Educación y en varios decretos posteriores”<sup>18</sup>. Es por esto que el Ministerio de Educación elaboró Los lineamientos curriculares que son directrices generales sobre el currículo, son la filosofía de las áreas y los estándares que están fundamentados en ellos, pero son más precisos, que a su vez han sido fundamentales para la elaboración de los planes de estudio y la definición de las estrategias pedagógicas que cada centro educativo adopta. Lo que hace necesario conocer la secuencia que desde estos lineamientos estatales se da a la temática de estudio, como se muestra a continuación:

#### LINEAMIENTOS CURRICULARES DE CIENCIAS NATURALES QUE RELACIONAN EL TEMA A ESTUDIAR

Conocimiento de procesos físicos				
Preescolar 1° - 3°	4° - 6°	7° - 9°	10° - 11°	
La luz, Los colores.	La propagación de la luz	La descomposición de la luz. Las ondas.	La luz como fenómeno ondulatorio y cinético corpuscular. Los procesos de reflexión, difracción y refracción	
ESTÁNDARES DE CIENCIAS QUE RELACIONAN EL TEMA A ESTUDIAR				
Entorno físico				
1° - 3°	4° - 5°	6° - 7°	8° - 9°	10° - 11°
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clasifico luces según color, intensidad y fuente</li> <li>▪ Propongo experiencias para comprobar la propagación de la luz</li> </ul>	<i>No registran temas relacionados</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.</li> <li>▪ Reconozco y diferencio modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz.</li> <li>▪ Identifico aplicaciones de los diferentes modelos de la luz.</li> </ul>	<i>No registran temas relacionados</i>	

<sup>18</sup> Ministerio de Educación Nacional MEN, Estándares curriculares un compromiso con la excelencia, 2002.

Al realizar el seguimiento de la temática a estudiar (Ondas) desde preescolar hasta grado once, tanto en los Lineamientos Curriculares como en los Estándares de Ciencias, se observa que los contenidos relacionados con este tópico de estudio, están propuestos para grado decimo y once en los lineamiento curriculares, y no registran en el mismo nivel en los Estándares, donde se proponen para los grados octavo y noveno. Igualmente se observa en los estándares que en los grados sexto y séptimo no registran temas relacionados con Ondas, que son propuestos en los lineamientos curriculares. Lo que deja ver, una inconsistencia entre estos lineamientos estatales con referencia al tema de estudio.

#### 4.1.2 Lineamientos Institucionales

Para obtener información con miras al diseño e implementación de una propuesta didáctica a estudiantes de grado once, se hace necesario conocer el Plan de estudios de física de la institución en la cual se realiza la propuesta didáctica (Colegio Luis Carlos Galán Sarmiento – Villavicencio), ya que a partir de este se pueden identificar los logros, competencias y conocimientos que los estudiantes deben alcanzar y adquirir al finalizar cada uno de los periodos del año escolar, según hayan sido definidos en el Proyecto Educativo Institucional, PEI, en el marco de las normas técnicas curriculares que expide el Ministerio de Educación Nacional.

ENSEÑANZAS / CONTENIDOS	COMPETENCIA	ENSEÑANZAS / TRANSVERSALES	CRITERIOS DE EVALUACION
<b>LAS ONDAS</b> 1. Propagación de las ondas 1.1 Formación de Ondas 1.2 Ondas longitudinales y transversales 1.3 Función de Onda. 2. Fenómenos Ondulatorios 2.1 Reflexión, Refracción 2.2 Difracción 2.3 Principio de superposición <b>OPTICA</b> 1. La luz 1.1 Naturaleza y velocidad de la luz 1.2 Interferencia de la luz 1.3 Reflexión de la luz Refracción de la luz	Describir Clasificar Analizar Proponer	Trabajo grupal Trabajo experimental Trabajo en equipo.	Interés por el tema Responsabilidad en las actividades Presentación de informes Sustentación oral y escrita Capacidad de análisis.

Figura 4 – 11: Malla curricular de Física grado once – Colegio Luis Carlos Galán S

Al observar la malla curricular de física, está propuesto el tema de estudio para grado once. Igualmente desde la asignatura se busca lograr que los estudiantes desarrollen algunas competencias como son describir, clasificar, analizar y proponer, trabajando desde lo experimental.

## 4.2 Revisión de la forma en que abordan el concepto de onda en los textos de educación básica secundaria

Siendo los libros de texto uno de los recursos que más se emplean en la elaboración de los currículos, es de interés analizar cuál es el lugar que desde ellos se asigna al concepto de Onda, al igual que la metodología empleado para presentar dicha información. Para indagar qué es lo que los textos presentan sobre el tema de estudio, es importante analizar los textos de Físicas básicas que regularmente se emplean en la preparación de las clases o como material que se recomienda a los estudiantes.

Entre los textos analizados se encuentran: (1) **Física fundamental 2**, editorial Norma; (2) **Física 2 Principios y problemas**, editorial Mc Graw Hill; (3) **Física 11**, editorial Santillana;(4) **Física con resolución de problemas** (con profundización), Editorial grupo educativo Helmer Pardo;(5) **Física con resolución de problemas** (sin profundización) Editorial grupo educativo Helmer Pardo.

Luego de analizar los textos anterior mente mencionados y según los parámetros dados: Relación del concepto con otros conceptos, Relación del concepto con otras disciplinas; Ecuaciones algebraicas; Imagen figurativa; Imagen simbólica; Comparación y Referencia, se obtuvo la siguiente información.

**Tabla 4 – 1 Análisis textos empleados en la enseñanza aprendizaje de los conceptos de onda**

TEXTO <sup>19</sup>	RELACIÓN CON OTROS CONCEPTO		ABORDAJE				
	RCOC	RCOD	Ecuación		Imágenes		Estilos
			EA	IF	IS	COM	REF
1	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
2	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
3	Si	Si	SI	Si	Si	Si	Si
4	Si	Si	SI	Si	Si	Si	Si
5	Si	Si	Si	Si	SI	Si	No

<sup>19</sup> Las siglas se emplean para identificar cada categoría. RCOC(Relación del concepto con otros conceptos);RCOD(Relación del concepto con otras disciplinas);EA(Ecuaciones algebraicas);IF(Imagen figurativa);IS(Imagen simbólica); COM(Comparación); REF(referencia)

A partir de los resultados que se presentan en la tabla 1, se observa que:

- La mayoría de los textos analizados, relacionan cada uno de los conceptos con otros, para de esta forma ir profundizando en el tema de estudio; es así como al llegar al final de las unidades se trabajan diversos conceptos. Igualmente se debe aclarar que cada unidad trata los temas de forma independiente.
- Respecto a la relación del concepto con otras disciplinas, se encontró que los temas son transversalizados con el área de tecnología o con medicina. Por otra parte, es de resaltar que sólo en uno de los textos se aborda el tema de interferencia en películas delgadas (Física 11, Santillana) pero como comentario, sin profundidad.
- Las ecuaciones son presentadas de forma algebraica, en algunos casos se muestran relación imágenes – ecuación, y en otros casos simplemente se da la ecuación sin explicar el proceso por el cual se llegó a ella (Física fundamental 2, y Física con resolución de problemas (con profundización)). En solo uno de los textos estudiados se hace énfasis en la parte conceptual, y las ecuaciones que se presentan son mínimas (Física 2 Principios y problemas). Aunque cabe destacar que en el caso de los textos Física 11, editorial Santillana y Física con resolución de problemas (con profundización), esta mejor estructurada la forma en que se presentan las ecuaciones.
- Estos textos, presenta gran cantidad de imágenes tanto figurativas como simbólicas, esto quizás se deba al tipo de población a cual están dirigidos.
- En los textos seleccionados, durante las explicaciones se realizan comparaciones para ejemplificar y dar a entender los contenidos presentados. Por otra parte sólo en los textos (física 11- Santillana y Física con resolución de problemas (con profundización)) se presenta un comentario breve que sintetiza la explicación dada anteriormente.
- Al realizar el análisis a los textos, se puede observar que algunas editoriales crean dos versiones del mismo texto, como es el caso de **Física con resolución de problemas**, Editorial grupo educativo Helmer Pardo, y en donde el poder adquisitivo está dado por una mediación social. Es decir los textos que normalmente se trabajan en escuelas oficiales (no hay profundidad en las temáticas) y en los textos sugeridos en escuelas privadas (mayor profundidad en cada uno de los temas que presentan).



## 5. Propuesta Pedagógica.

Esta propuesta pedagógica tiene como objetivo fundamental, estructurar algunos conceptos básicos del movimiento ondulatorio, a partir de elementos didácticos generados en los procesos de recontextualización y mediación, diseñados e implementados en el Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional de Colombia, y ahora llevados al aula de clase. Apoyándose en la “visualización como forma pedagógica que se basa en “mostrar” mediante experimentos, símiles, y actividades, el tema a enseñar, con el propósito de que los estudiantes construyan imágenes sobre lo mostrado, es decir, puedan imaginar construyendo sentido sobre lo que se enseña a través de una narrativa propia”<sup>20</sup>, que les permita explorar el mundo. Apoyarse en una pedagogía activa que ofrece a los niños, niñas y jóvenes experiencias de descubrimiento y experiencias racionales a partir de la actividad científica. Se debe dejar claro que la evaluación de los resultados de la aplicación de esta propuesta, consistirá en revisar la los avances de las estudiantes, antes y después de implementar las actividades de enseñanza que aquí se proponen, resaltando los aspectos que contribuyan de manera significativa en el desarrollo de los objetivos propuestos para el trabajo.

### 5.1 Estructura de la propuesta

La propuesta contiene tres etapas: La primera etapa es la exploración de las ideas que tienen los estudiantes sobre el tema a estudiar. La segunda etapa consiste en la implementación de cinco actividades de visualización, imaginación y proceso construcción de narrativa. La tercera etapa es la descripción de los avances presentados en las ideas que tienen los estudiantes sobre el tema de estudio. En cada una de las etapas se presenta la estructura de la actividad y los resultados obtenidos durante la aplicación en el aula.

---

<sup>20</sup> BETANCOURT M Julián, Director del Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional, Taller de Aula Experimental (Febrero de 2011), dentro del marco de los cursos ofrecidos por la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.

## 5.2 Información acerca de las ideas de los estudiantes sobre el tema de estudio

Con el ánimo de tener una visión general de la forma como las estudiantes están pensando los conceptos, su modelo mental, y utilizar este conocimiento como punto de partida en la descripción de los avances en el aprendizaje, se exploran las ideas previas de los estudiantes sobre los conceptos básicos del movimiento ondulatorio, teniendo en cuenta actividades como Palabras clave, que consiste en “escribir rápidamente las palabras que se vienen a la cabeza cuando quien dirige el ejercicio pronuncia una determinada palabra”<sup>21</sup>, se aclara durante la actividad que es válido escribir **no sé**, cuando no se tiene ninguna idea sobre la palabra. Por otra parte “es necesario tener en cuenta las ideas previas de los estudiantes. Partiendo de las formas espontáneas de explicación y las expectativas de los estudiantes”<sup>22</sup>.

Para el análisis de esta actividad<sup>23</sup>, se clasifican las palabras en cuatro categorías: Relación de la palabra con el tema de estudio Ondas (**RPT**), con imaginarios sociales (**IS**), es decir aquellas que están condicionadas por el medio cultural y social de los estudiantes. Relación con otros conceptos de física o de ciencia (**OCF**) y por último aquellos que no contestaron (**NC**). Esto con el ánimo de saber en qué nivel se encuentra el estudiante, para cuando se vaya avanzando en el intento de explicar un fenómeno y surjan diversas explicaciones se puedan medir los avances del estudiante. Que según Dino Segura (1997), corresponde a una explicación alternativa. Es preciso aclarar que los imaginarios sociales como representaciones, en este caso no siempre hacen alusión al mundo natural. Pero son un paso necesario en la construcción del conocimiento, porque no es posible hacer un salto del saber espontáneo al saber científico. Es fundamental tener en cuenta la correspondencia entre la complejidad de los temas de la clase, y el desarrollo intelectual que va adquiriendo el estudiante a través de las distintas actividades.

---

<sup>21</sup> BETANCOURT M Julián– Procesos de desarrollo de una exposición en el museo de la Ciencia y el Juego, Revista Museológica # 8, publicada por la ciencia y el juego, Facultad de ciencias – Universidad Nacional de Colombia, 2002.

<sup>22</sup> HERNÁNDEZ Carlos Augusto, Aproximación a un estado del arte de la enseñanza de las ciencias en Colombia, Universidad Nacional de Colombia.

<sup>23</sup> Los resultados que se presentan se incluyen en términos de porcentajes, no con el ánimo de hacer un análisis estadístico de los mismos, sino para utilizarlos como un referente de comparación en la clasificación de las respuestas de las estudiantes.

Una segunda actividad en la exploración de las ideas previas, es la representación por medio de dibujos o esquemas, con el objetivo de evidenciar la forma como las estudiantes asocian las palabras clave con la representación visual, y por último la definición conceptual que los estudiantes tienen sobre estas palabras (**Anexo A**). Finalmente toda la información se cruza, palabras clave, representaciones por medio de dibujos y las definiciones, para tener una visión global del estudiante y su relación con el tema de estudio.

### 5.2.1 Resultados de la actividad aplicada

Durante la actividad los estudiantes se mostraron inquietos, debido a que no están acostumbrados a que se realicen este tipo de actividades en el aula ya que como lo plantea Dino Segura<sup>24</sup> “La educación ha estado dominada en nuestros países por tendencias homogeneizantes que en la actualidad se acentúan debido a imperativos explícitos de la globalización y se concretan en las escuelas en términos de exigencias estandarizadas, unificación de currículos, textos y principalmente metodologías a las cuales están acostumbrados los estudiantes”. Sin embargo los estudiantes respondieron muy bien a las indicaciones dadas, lo que permitió reconocer que algunas de las ideas están mediadas por las experiencias anteriores de los estudiantes y que “más allá de una constatación de su existencia o del intento de clasificarlas o agruparlas utilizando criterios derivados de la disciplina, la epistemología o de la historia de las ciencias, la revisión de estas ideas requiere reflexión y conocimiento de los contextos de los estudiantes para no repetir esquemas y para hacer visibles las diferencias”<sup>25</sup> lo que permite generar de esta forma, estrategias que admitan promover un cambio conceptual.

Es así como a partir de los resultados de palabras clave (**Anexo B**), se obtuvo la siguiente información:

**Tabla 5- 1: resultados porcentuales de palabras clave – actividad inicial**

	Onda	Periodo	Energía	Transmisión	Difracción	Interferencia	Burbuja
<b>RPT</b>	37.5%	50%	31.2%	16.7%	2.1%	6.2%	4.2%
<b>IS</b>	52.1%	41.6%	23%	64.6%	37%	29.2%	93.7%
<b>OCF</b>	10.4%	4.2%	33.3%	0%	0%	4.2%	2.1%
<b>NS</b>	0%	4.2%	12.5%	18.7%	60.4%	60.4%	0%

<sup>24</sup> SEGURA Dino. Las Actividades Totalidad Abiertas, una propuesta para la comprensión de nuestra realidad en un mundo globalizado. IX Congreso Nacional de Ciencias - Exploraciones fuera y dentro del aula, 2007

<sup>25</sup> Hernández Carlos Augusto, Aproximación a un estado del arte de la enseñanza de las ciencias en Colombia, Universidad Nacional de Colombia

Al observar los resultados de la tabla 5-1 se puede decir que los estudiantes no tienen una visión clara de algunos conceptos relacionados con el tema de estudio (**RPT**) Ondas. Se presentan mayores dificultades en los conceptos de Difracción e interferencia, donde los estudiantes no muestran ningún tipo de vínculo con estas palabras. Igualmente se observa que un gran porcentaje de los estudiantes relaciona las palabras clave con algún tipo de imaginario social, es decir, representaciones dadas a partir de lo que observan en el quehacer diario, sin ligarlo a conocimientos de la ciencia. Cuando están ligados a ella hablamos de pre teorías o pre conceptos. Los imaginarios sociales se reflejaron con mayor acentuación en los términos de burbuja, transmisión y onda. Es de anotar que durante la ejecución de la actividad los estudiantes se sorprendieron con la palabra burbuja ya que desde su punto de vista y según los resultados obtenidos esta no guarda ninguna relación con las ondas.

Al cruzar los resultados de la tabla 5-1 con las representaciones gráficas realizadas por los estudiantes, se observa que aunque hay un mayor acercamiento a los conceptos, indicando de esta forma que los estudiantes tienen una mejor percepción visual (lo que es de una u otra forma favorable para la propuesta) aún se mantienen las dificultades presentadas en palabra clave. Por otra parte en cuanto a la definición conceptual, existen dificultades debido a que muy pocos estudiante muestran ideas claras y coherentes en sus escritos, es decir, en la construcción de sus narrativas.

Este análisis, permite confirmar que las inconsistencias presentadas en las mediaciones estatales (presentadas en la fundamentación metodológica), están afectando los procesos de mediación institucional y por ende los procesos de aprendizaje. A demás se suma a esto, los distintos puntos de vista que las casas editoriales presentan en sus textos, que en ocasiones están afectados por las mediaciones sociales (el poder adquisitivo, estratificación y elitización), que muestran la falta de democratización de los saberes, que deben contribuir a que “todos puedan participar en la toma de decisiones sobre aspectos relacionados con el progreso científico y tecnológico”<sup>26</sup>, que solo se logra con una educación de calidad.

---

<sup>26</sup> SEGURA Dino. Información y conocimiento, una diferencia enriquecedora. En Museolúdica. Bogotá: Museo de la Ciencia y el Juego No 9 (22,34), U. Nacional 2002

## 5.2.2 Implementación los procesos de visualización, imaginación y construcción de una narrativa.

La implementación de los procesos de visualización, imaginación y construcción de narrativa, inician con el diseño y ejecución de cinco actividades en las cuales se elaboran y utilizan símiles, que de una u otra forma tienen limitaciones, pero permiten hacer visible una serie de fenómenos a través de su representación, además que permiten generar procesos de exploración y observación – comparación y relación – inferencia y argumentación. Por otra parte, cabe señalar que la visualización es la base para la construcción de imágenes por parte de los estudiantes, lo que les permitirá imaginar, es decir, ir construyendo sentido, significado y una conceptualización más racionalizadora, ayudando de esta forma a construir narrativas.

**Actividad 1: Jugando con las Ondas (Anexo C)** esta actividad tiene como objetivo describir e interpretar *experimentalmente* algunas características de las ondas como: onda longitudinal, transversal, fase y amplitud. Para alcanzar dicho objetivo se parte de la manipulación y el proceso de visualización en cuatro momentos. El primer momento consiste en hacer que un grupo de estudiantes se tomen de las manos y corran en sentido frontal, posteriormente el mismo grupo simula una ola, mientras un grupo hace las veces de observador. En el proceso se van puntualizando ciertos aspectos referentes a las ondas transversales y la amplitud, dentro de una narrativa preparada con anterioridad por el docente.

Durante la actividad el grupo observador toma atenta nota en la guía proporcionada para tal fin (**Anexo C**). Se puede observar que aunque los estudiantes no han trabajado formalmente el concepto de Onda transversal ni de amplitud, en el transcurso la actividad se generan espacios de discusión donde se retoman los imaginarios sociales para dar una justificación, lo que permite direccionar dichos imaginarios hacia la apropiación del concepto. Se debe resaltar que durante el proceso de mediación que el docente realiza, está el pedir a los estudiantes que luego de haber construido una narrativa, se debe utilizar el lenguaje apropiado de las ciencias.

En el segundo momento se estudian los conceptos de Onda longitudinal y el concepto de fase. Para ello se realiza una fila con un grupo de estudiantes, quienes apoyan sus manos en los hombros de su compañero, el último estudiante genera un leve empujón (**Anexo J**), otro grupo de estudiante toma nota y realiza gráficos de la situación observada. Posteriormente se pide a los estudiantes que se unan un poco y traten de avanzar, esto con el fin de introducir el concepto de fase. Con esta actividad los

estudiantes se dan cuenta de la importancia de realizar una buena manipulación o realización de la actividad ya que de ello depende el éxito de la visualización, de sus compañeros. Esto se ve reflejado en las órdenes y decisiones que se dan durante la actividad, tales como. *“que el empujón sea fuerte para que transmita energía, pero no nos movamos del puesto. Que alguno diga cuando mover el pie para no estar desfasados”* durante esta actividad la narrativa preparada por el mediador juega un papel importante debido a que su direccionamiento hace posible la construcción de sentido y significado, lo que a su vez posibilita la creación de narrativas de los estudiantes.

Para la realización de tercer y cuarto momento el símil utilizado fue una espiral o juego conocido como gusano. Se formaron parejas de trabajo, posteriormente cada estudiante toma el resorte por sus extremos y uno de los estudiantes imprime un movimiento con la mano a la derecha e izquierda, observando lo que sucede y dando respuesta a los interrogantes planteados en la guía (**Anexo C**). La misma pareja de trabajo, coloca el resorte en el suelo y uno de los estudiantes hace las veces de extremo fijo. Luego de estirar el resorte un poco, se comprimieron unas cuantas espirales, para posteriormente ser soltadas.

Durante estos dos momentos los estudiantes se divierten mientras aprenden (**Anexo J**), además se observa el dominio conceptual, lo que se ve en las discusiones que estos realizan antes de dar respuesta a los interrogantes planteado. Una de las dificultades que los estudiantes presentaron, fue a la hora de realizar los gráficos que muestran las situaciones recreadas, por tal motivo se les pido que los movimientos se representaran con flechas. En la socialización de la actividad algunos de los grupos llegaron a concluir que cuando el pulso de una onda llega al extremo más alejado de una cuerda la mano esta fija, en ese extremo la onda no se detiene repentinamente, sino que es reflejada. Igualmente concluyeron que cuando la espiral no tiene fijo el extremo, el pulso de onda que viaja a lo largo de la espiral se devuelve (refleja) cuando alcanza dicho extremo. Pero en este caso se observa que la onda reflejada tiene la misma dirección de desplazamiento que la onda incidente.

En la socialización, una de las preguntas estaba asociada con poner un nombre a la actividad realizada en donde los estudiantes propusieron los siguientes: “Se una onda, Así funcionan las ondas, distribución de ondas, ¿Qué tanto sabes de ondas?, comportamiento de las ondas, espiral de ondas, ¿cómo nacen las onda?, creando ondas, clases de ondas, clasificando las ondas, observando las ondas, elementos de las ondas” entre otros.

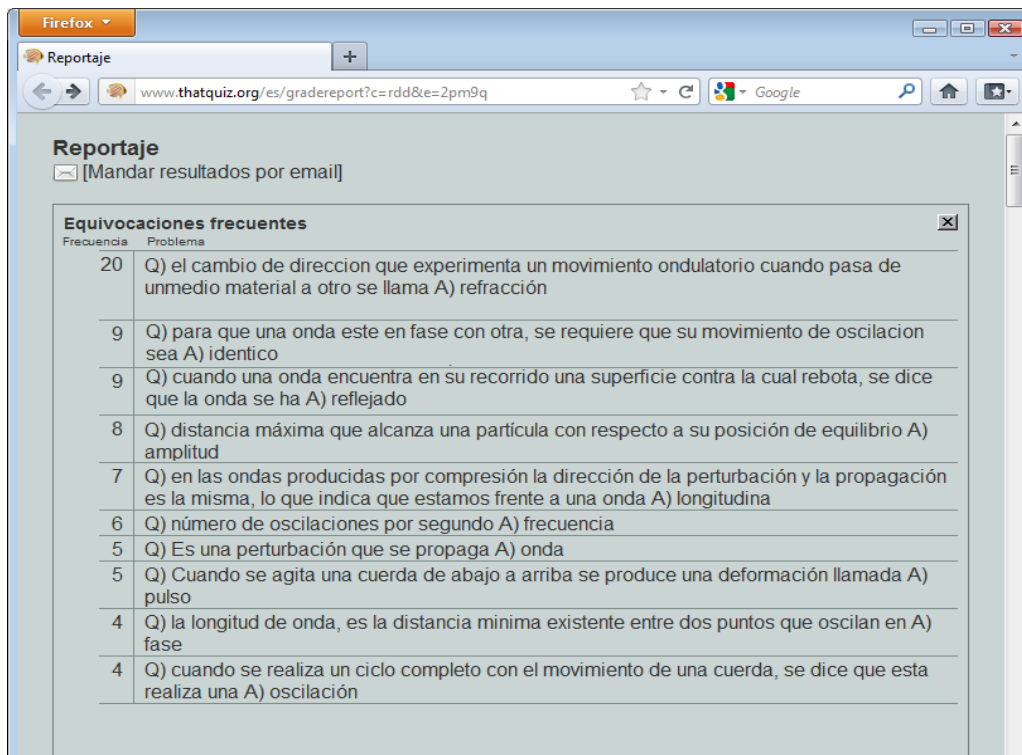
**Actividad 2: Navegando con las Ondas (Anexo D)**, tiene como finalidad Introducir al estudiante a los conceptos de Onda transversal, Onda longitudinal, Longitud de onda, Periodo, Frecuencia y Amplitud por medio de la ayuda visual interactiva, en otras palabras, de la simulación interactiva del fenómeno y exploran cada una de los vínculos que la herramienta ofrece, se hace énfasis en el desarrollo de la autoevaluación que esta página proporciona.

Esta actividad se realizo de forma conjunta con la asignatura de informática, esto debido al interés presentado por la docente de dicha asignatura por conocer el trabajo que se estaba realizando con los estudiantes y la nueva herramienta a utilizar (Thatquiz). Durante el primer momento se inicia el proceso invitando a los estudiantes a ingresar al recurso interactivo, [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/56\\_ondas/index.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/56_ondas/index.htm). Con ayuda del tablero digital y cada estudiante en su respectivo computador, va explorando el recurso. Durante este proceso se van puntualizando ciertas cuestiones pertinentes a los conceptos de Onda transversal, Onda longitudinal, Longitud de onda, Periodo, Frecuencia y amplitud y se introducen términos nuevos como son reflexión y refracción.

Durante la actividad los estudiantes presentaron algunas dudas referentes al concepto de fase y periodo propuesto por el recurso interactivo. En cuanto a estos dos términos la dificultad se presentó al hacer uso de un laboratorio interactivo, en el cual los estudiantes no tenían la destreza necesaria para su manejo, aunque se contaba con la ayuda de la docente del área de sistemas. Cabe destacar que durante esta actividad se ve el interés de los estudiantes (**Anexo J**) por avanzar en su aprendizaje. Luego de terminar la exploración por el recurso interactivo se utiliza la autoevaluación como forma de verificar lo aprendido, esto se realiza de forma guida y tomando de aleatoriamente algunos de los estudiantes para que contesten dicha autoevaluación. Cabe destacar que con esta herramienta, se pudo mostrar a los estudiantes como representar gráficamente el movimiento de una onda, que era una de los inconvenientes de la anterior actividad.

En un segundo momento, se realiza una actividad titulada *Evaluando lo aprendido*, que consiste en una evaluación virtual de selección múltiple con única respuesta (**Anexo E**), diseñada en Thatquiz, que aunque es una herramienta interactiva diseñada para algunas asignaturas específicas ya que maneja plantillas prediseñadas, puede ser adaptada al la asignatura que se desee, creando las actividades como es en el caso de física. Con esta actividad lo que se pretendía era reproducir una situación real (Evaluar lo aprendido) con el objeto que el estudiante tenga una experiencia de aprendizaje, donde se trabaja individualmente, bajo parámetros establecidos por el mediador y las posibles consecuencias.

Durante esta actividad los estudiantes estuvieron activos contestando la prueba, en algunos casos solicitaron poder presentar nuevamente la actividad ya que el puntaje obtenido era bajo y después de retomar nuevamente la actividad navegando con las ondas ya estaban preparados para aumentar este puntaje. Una de las ventajas de este recurso (Thatquiz) es que genera un reporte con las equivocaciones frecuentes de la actividad, el cual se muestra a continuación.



Frecuencia	Problema
20	Q) el cambio de dirección que experimenta un movimiento ondulatorio cuando pasa de un medio material a otro se llama A) refracción
9	Q) para que una onda este en fase con otra, se requiere que su movimiento de oscilación sea A) idéntico
9	Q) cuando una onda encuentra en su recorrido una superficie contra la cual rebota, se dice que la onda se ha A) reflejado
8	Q) distancia máxima que alcanza una partícula con respecto a su posición de equilibrio A) amplitud
7	Q) en las ondas producidas por compresión la dirección de la perturbación y la propagación es la misma, lo que indica que estamos frente a una onda A) longitudinal
6	Q) número de oscilaciones por segundo A) frecuencia
5	Q) Es una perturbación que se propaga A) onda
5	Q) Cuando se agita una cuerda de abajo a arriba se produce una deformación llamada A) pulso
4	Q) la longitud de onda, es la distancia mínima existente entre dos puntos que oscilan en A) fase
4	Q) cuando se realiza un ciclo completo con el movimiento de una cuerda, se dice que esta realiza una A) oscilación

Figura 5 – 12: Reporte de equivocaciones frecuentes generado por Thatquiz

Como se puede ver a partir del reporte, el mayor número de equivocaciones se encuentra relacionado con la refracción, lo que era de esperarse ya que es un tema nuevo para ellos. Por otra parte esto confirma que para que los estudiantes construyan imágenes sobre lo mostrado, es decir, puedan imaginar construyendo sentido sobre lo que se enseña a través de conformar una narrativa propia, se hace necesario apoyarse en símiles que permitan hacer visible el fenómeno a través su representación. Por otra parte el reporte también muestra que aún no se tiene claro el concepto de fase que es fundamental para entender el concepto de interferencia.

**Actividad 3: Interferencia en los patrones de Moiré (Anexo F)**, esta guía tiene como finalidad, trabajar los conceptos de fase e interferencia. Donde los estudiantes a partir de un patrón formado por un conjunto de líneas paralelas, sinusoidales y circulares, dan respuesta a algunos interrogantes que los lleva a construir el concepto de interferencia.

Para esta actividad, se elaboraron símiles que representan tres padrones de Moiré, líneas paralelas, sinusoidales y circulares en acetato (**Anexo J**). Es de anotar que durante la elaboración de estos símiles algunos de los docentes del área de Matemáticas se sintieron intrigados por el trabajo que se estaba realizando y pidieron que se les explicara cómo y para qué se utilizaban estas patrones, por tal motivo se les hizo la invitación a ser partícipes de la actividad.

Durante la actividad se le entregó los símiles a los estudiantes y antes de iniciar se dejó que exploran los patrones para luego explicar cuál era la finalidad de dicho material, en cuanto a las docentes participantes se les pidió seguir las indicaciones. Luego de entregar la guía (**Anexo F**), se observó como la mayor parte de los estudiantes discutían entre ellos con propiedad cada uno de los interrogantes planteados en la guía, manejando una narrativa propia, pero a su vez ligada al dominio científico, lo que se vio reflejado en las respuestas consignadas en la guía. Por otra parte algunos de los estudiantes decían sentir “*extraña la clase*” por la presencia de las docentes, quienes al terminar la clase se retiraron, expresando que este tipo materiales, les “*podría ser útil para enseñar otros temas como funciones y algunas cónicas. Pues hace fácil que el estudiante visualicen algo abstracto y a su vez lo manipule*”

Durante la socialización de esta actividad, se leen las respuestas dadas por cada grupo y se va puntualizando en ciertas cuestiones pertinentes a la interferencia, pero sin llegar a conclusión alguna. Luego se da un tiempo para que construyan nuevamente su narrativa. Llama la atención como uno de los grupos concluye que “cuando los patrones se encuentran en intervalos de tiempo diferentes, están desfasado y cuando se encuentran en intervalos de tiempos iguales están en fase, y esto es interferencia destructiva y constructiva”. A la pregunta ¿Si los tres patrones, representaran cada uno un tipo de onda cuál sería y por qué? En su gran mayoría, el patrón circular fue comparado con la onda transversal ya que se asociaba el caer de una gota en un estanque. Pero llama también la atención la respuesta dada por un estudiante el cual dice “que el tipo de onda que representa este patrón puede ser transversal ó longitudinal, depende del evento” y explica “si es el caer de una gota en un estanque es transversal, pero si es el sonido producido al golpear una mesa es longitudinal”. Lo que permite ver que con estas actividades se está posibilitando una construcción de imágenes coherentes que permiten una imaginación más fuerte, ligada a una narrativa propia.

**Actividad 4: Laboratorio de aprendizaje activo – reflexión (Anexo H)** La clase tiene como finalidad, introducir a los estudiantes al concepto de reflexión. Donde los estudiantes parten del trabajo con una guía de aprendizaje activo que les permite no sólo construir una narrativa propia, sino que a su vez construir narrativas colectivas que se crean a partir de un proceso de imaginación y luego de visualización.

En el desarrollo de esta clase, se utiliza el proceso de imaginación para la construcción de una narrativa. Para tal fin se diseñan las hojas de predicciones individuales y predicciones grupales. Posteriormente se recrea el proceso de imaginación a través de símiles, como el espejo y el laser que permiten construir el fenómeno de estudio.

Durante la actividad los estudiantes se mostraron inquietos a la hora de realizar sus predicciones individuales, ya que lo asociaron con una evaluación, por tal motivo se les aclaró que esto no se calificaría y era una forma de confrontar sus saberes. Se observa en algunos estudiantes, como relacionan los interrogantes de la actividad con el término de reflexión trabajado durante la actividad Navegando con las Ondas, aunque otros lo asocian con sus imaginarios sociales, lo cual se ve confrontado a la hora de las predicciones grupales. En el proceso grupal, los estudiantes que no estaban seguros de sus escritos, dejaron que el liderazgo lo tomara un integrante del grupo, que tenía clara las ideas.

Por otra parte, en la realización de la actividad de visualización, los estudiantes se mostraron inquietos por demostrar que sus predicciones grupales eran correctas. Es así como a la hora de la socialización, se confrontó lo que tenían inicialmente y las conclusiones a las que se llegaron luego de realizar el laboratorio. Entre las conclusiones dadas por los estudiantes se destacan las siguientes *“cuando hay reflexión hay cambio en la trayectoria del rayo luminoso, el ángulo de incidencia es igual al ángulo reflejado, cuando el rayo es perpendicular al espejo este se devuelve”* llama la atención que uno de los grupos sustentó que no siempre *“el ángulo de incidencia es igual al ángulo reflejado”* porque *“cuando la superficie es rugosa no pasa esto”*.

Con esta actividad, no solo se corrobora que el trabajar laboratorios de aprendizaje activo ayuda a conocer los imaginarios sociales de los estudiantes, sino que a su vez ayuda en la modificación de estos. Igualmente, con este tipo de actividades los estudiantes enriquecen su narrativa propias, pero se debe tener presente que el docente debe cumplir con su papel de mediador, para lograr una actividad exitosa en la que todos participen.

**Actividad 5: Clase teórica demostrativa – refracción “cazando peces” (Anexo I)** esta guía de aprendizaje activo, tiene como finalidad hacer que los estudiantes a partir de la visualización de una demostración, construyan el concepto de refracción. En este caso el docente mediador durante el proceso, va puntualizando ciertas cuestiones pertinentes de la refracción, dentro de una narrativa preparada cuidadosamente para tal efecto.

Para lograr que los estudiantes construyeran el concepto de refracción, se partió de un proceso de imaginación, planteando la situación “*cómo algunas tribus indígenas, cazan peces con flecha*”. Luego de realizar una inducción sobre la situación, se entregó a los estudiantes la guía de predicciones individuales, recordándole nuevamente que ésta no se tendría en cuenta para la calificación. Después de dar un tiempo pertinente se formaron grupos de trabajo y se realizó el montaje (**Anexo J**), lo que permitió que algunos de los estudiantes replantearan lo escrito en la hoja de predicciones individuales.

Durante la actividad los estudiantes pidieron que ubicara el rayo laser en distintas posiciones para poder ver mejor lo que sucedía. Algunos estudiantes utilizaron el término “*el rayo se dobla*” para indicar el cambio de dirección que experimentaba el rayo al pasar de un medio a otro. En la socialización los estudiantes estuvieron muy activos, pero se ve la necesidad de profundizar en el temar, lo que deja ver que los estudiantes conceptualizan mejor cuando son ellos los que manipulan el material del laboratorio.

Una segunda experiencia fue introducir un lápiz en un vaso transparente con agua. Con esta experiencia los estudiantes lograron conceptualizar mejor el concepto de refracción, pero aún se requiere simular otras actividades que posibiliten una construcción de imágenes coherentes que les permitan una imaginación más fuerte, ligada a su narrativa propia.

### 5.2.3 Descripción de los avances presentados en las ideas.

Luego de implementar los distintos procesos de mediación y recontextualización que partieron de un contexto, donde interesan los elementos conceptuales de una teoría y de otro contexto en donde importan elementos socioculturales. De los dos contextos se descontextualizan elementos relevantes y posteriormente se creó un nuevo contexto en donde los elementos conceptuales finales tenían un sentido distinto al que tenían en el contexto inicial (ver figura 3-1). Apoyándose en los procesos Visualización, imaginación y construcción de narrativa, se realizó nuevamente las actividad sobre información acerca de las ideas de los estudiantes sobre el tema de estudio (**Anexo A**).

A partir de la implementación de esta actividad, se obtuvieron los resultados presentados en el Anexo H, clasificados bajo características presentadas en el apartado 5.2 de este trabajo, que se retoman a continuación. Las palabras se clasifican en cuatro categorías: Relación de la palabra con el tema de estudio Ondas (**RPT**), con imaginarios sociales (**IS**), es decir aquellas que están condicionadas por el medio cultural y social de los estudiantes. Relación con otros conceptos de física o de ciencia (**OCF**) y por último aquellos que no contestaron (**NC**). Igualmente para realizar la descripción de los avances presentados por los estudiantes, se hace necesario retomar la **tabla 5 -1** para utilizarla como un referente de comparación en la clasificación de las respuestas dadas por los estudiantes en la actividad final.

**Tabla 5-1: resultados porcentuales de palabras clave – actividad inicial**

	Onda	Periodo	Energía	Transmisión	Difracción	Interferencia	Burbuja
<b>RPT</b>	37.5%	50%	31.2%	16.7%	2.1%	6.2%	4.2%
<b>IS</b>	52.1%	41.6%	23%	64.6%	37%	29.2%	93.7%
<b>OCF</b>	10.4%	4.2%	33.3%	0%	0%	4.2%	2.1%
<b>NS</b>	0%	4.2%	12.5%	18.7%	60.4%	60.4%	0%

**Tabla 5- 2: resultados porcentuales de palabras clave – actividad final**

	Onda	Periodo	Energía	Transmisión	Difracción	Interferencia	Burbuja
<b>RPT</b>	94%	73%	33.3%	58.3%	68.7%	75%	20.8%
<b>IS</b>	4.2%	10.4%	31.2%	14.5%	6.3%	16.6%	77.1%
<b>OCF</b>	2.1%	16.6%	35.5%	23%	20.8%	8.4%	2.1%
<b>NS</b>	0%	0%	0%	4.2%	4.2%	0%	0%

Al realiza la comparación de los resultados iniciales y finales de la actividad, se observa que con relación a la categoría (**RPT**) hubo un aumento porcentual en todos la palabras clave, sobresaliendo interferencia, difracción y onda, lo que permite ver que los estudiantes a través de los procesos de mediación y recotextualización, han adquirido una visión más amplia de algunos de los conceptos tratados y en los cuales se presentaba mayor índice de dificultad antes de implementar las actividades. Llamen la atención los conceptos de energía y burbuja, en donde aunque hubo un aumento porcentual, no es significativo, esto se debe a que durante los proceso de visualización, imaginación y construcción de narrativa implementados, no se hizo énfasis en los procesos de visualización de estos conceptos.

En la categoría (**IS**) los porcentajes en la gran mayoría de las palabras clave, disminuyeron, lo que deja ver que aquellas representaciones dadas a partir de lo que observan en su quehacer diario están siendo ligadas a conocimientos de la ciencia, como es el caso de las palabras Onda y transmisión. En cuanto al concepto de energía se ve un aumento porcentual en el (**IS**), al igual que en el concepto de burbuja que no tuvo una disminución significativa, Lo que permite confirmar que para construir una narrativa propia se hace necesario mostrar a los estudiantes, experimentos, símiles y actividades que les permitan ver el sentido de lo que se les enseña.

En cuanto a la categoría (**OCF**) se observa que los porcentajes aumentaron en casi todas las palabras, viéndose el mayor incremento en las palabras transmisión, difracción y periodo. Lo que se debe a la disminución de los imaginarios sociales. Por último en la categoría (**NC**), se observa como los estudiantes no se cohíbe a la hora de escribir, lo que de una u otra forma muestra que con los procesos de visualización, los estudiantes están elaborando imágenes coherentes que les permiten una imaginación más fuerte, ligada a una narrativa propia.

Al cruzar los resultados de la tabla 5-2 con las representaciones gráficas realizadas por los estudiantes, se observa un mayor acercamiento a los conceptos, corroborando de esta forma los resultados obtenidos en palabras claves. Cabe destacar que las representaciones realizadas por los estudiantes son más elaboradas y con mayor detalle que las efectuadas en la actividad inicial, lo que muestra que el crear actividades de manipulación es muy importante para el éxito de los procesos de visualización e imaginación. Por otra parte en cuanto a la definición conceptual, aunque existen dificultades, se muestra en la construcción de la narrativa ideas claras y coherentes que inicialmente no se presentaban.



## **6. Conclusiones y recomendaciones**

### **6.1 Conclusiones**

Luego de realizar la revisión de algunos conceptos básicos del movimiento ondulatorio desde un punto de vista conceptual, histórico, epistemológico y diseñar e implementar una propuesta didáctica de enseñanza – aprendizaje, queda claro que la implementación del modelo pedagógico propuesto por el Museo de las Ciencia y El juego de la Universidad Nacional de Colombia y ahora llevados al aula de clase, ayudó a mejorar la comprensión y el desempeño de dichos conceptos en los estudiantes. Igualmente trabajar con aprendizaje activo motivó la participación de los educandos, además de despertar el interés por sus procesos de aprendizaje, lo que se debe a que con este modelo se promueve la utilización de diversas formas de visualizar los fenómenos y conceptos, posibilitando una construcción de imágenes coherentes, ligada a una narrativa propia del estudiante.

Por otra parte el tratar aspectos históricos y epistemológicos de la ciencia aparece entonces como una opción para humanizar la actividad científica y cambiar la concepción tradicional de la construcción del conocimiento científico. Esto exige una preparación del docente no solo en su área sino en áreas como la filosofía, la historia, la astronomía, las artes, las matemáticas, entre otras, lo que permite que este tipo de trabajos pueda ser un paso para una propuesta interdisciplinar.

Otro aspecto relevante en esta propuesta didáctica, fue el uso de las TICs, que juega un papel significativo en el dominio de la ciencia y el incremento de la formación científica de los jóvenes, convirtiéndose en una herramienta llamativa para los estudiantes en la clase de física, debido a que se requiere de la modelización de situaciones que permitan visualizar las características del fenómeno a estudiar. Por otra parte, las herramientas tecnológicas refuerzan las capacidades que tienen los estudiantes para resolver las tareas, actuando como herramientas cognitivas cuyo propósito es facilitar y promover tipos específicos de procedimientos, como sucedió en el caso de la autoevaluación de la

actividad Navegando con las ondas. Además la utilización de las TICs sirvió para proveer recursos que fueron de gran ayuda en los procesos de visualización.

También se debe resaltar que durante la implementación de las actividades, los estudiantes se mostraron muy motivados a pesar de que en su gran mayoría estas fueron desarrolladas en el aula, permaneciendo atentos a las explicaciones que se daban. Igualmente fue notorio el incremento de la participación de los estudiantes en las actividades de socialización a medida que avanzaban las actividades, principalmente en aquellas en las que el trabajo era en equipo y aunque trabajar conjuntamente no es garantía de eficacia, al estar coordinadas las acciones hizo posible alcanzar objetivos que de otra manera no se podrían conseguir.

Durante la ejecución de la propuesta se enfrentaron algunas dificultades, principalmente relacionadas con los tiempos para la ejecución de las actividades, esto debido a ciertos procesos de mediación institucional (Encuentro de colegios Galanistas) que se redujeron las horas de clase, lo que de una u otra forma afectó la continuidad en los procesos.

Finalmente, con este trabajo se muestra que el papel del docente en el aula es más que ser un transmisor de saberes. Hoy el docente debe involucrar a los estudiantes en procesos de construcción y reconstrucción de su propio conocimiento, haciendo que viva y sienta que la ciencia es una actividad humana y no un conjunto de conocimientos que deben aprenderse de memoria. Por este motivo hoy más que nunca debemos estar preparados para asumir estos retos.

## 6.2 Recomendaciones

El diseño, implementación y evaluación del modelo pedagógico propuesto por el Museo de las Ciencias y El juego de la Universidad Nacional de Colombia, sigue siendo poco trabajado en la enseñanza de las ciencias, profundizar en esta dirección puede constituirse en un aporte hacia la conformación de una didáctica de la física.

Como se mencionó anteriormente los referentes teóricos aquí planteados son poco trabajados aún en la enseñanza de la educación básica y media, lo que hace viable seguir desarrollando estudios en esta dirección, a fin de ampliar los resultados. Además de estudiar la posibilidad de llevar estos referentes a otras áreas del saber, logrando de esta forma un trabajo colaborativo e interdisciplinar.

A partir del resultado encontrado referente a la calidad de los textos escolares, donde se deja ver la elitización del saber, con la venta de textos de la misma editorial e igual nombre, pero dirigidos a distinta población (educación privada y pública) es necesario que los docentes realicen una búsqueda y comparación del material con el cual van a trabajar. Y desde el punto de vista del control por parte del Estado esto es inadmisibles y da lugar a grandes inequidades y son fuente de exclusión educativa y cultural.

Es necesario que a la hora de abordar cualquier tema de ciencias, se realice un seguimiento a las mediaciones estatales que afectan directamente el diseño curricular y por ende la enseñanza en las aulas (los Lineamientos curricular y estándares del área de ciencias), para de esta forma identificar cuáles podrían ser los imaginarios que tienen los estudiantes.



## A. Anexo: Explorando Ideas Previas

### 1: PALABRAS CLAVE

A medida que el docente diga cada una de las palabras dispuestas para esta actividad, escriba las tres primeras palabras que piensa sobre ellas:

Primera palabra: **Onda** \_\_\_\_\_

Segunda palabra: **Periodo** \_\_\_\_\_

Tercera palabra: **Energía** \_\_\_\_\_

Cuarta palabra: **Transmisión** \_\_\_\_\_

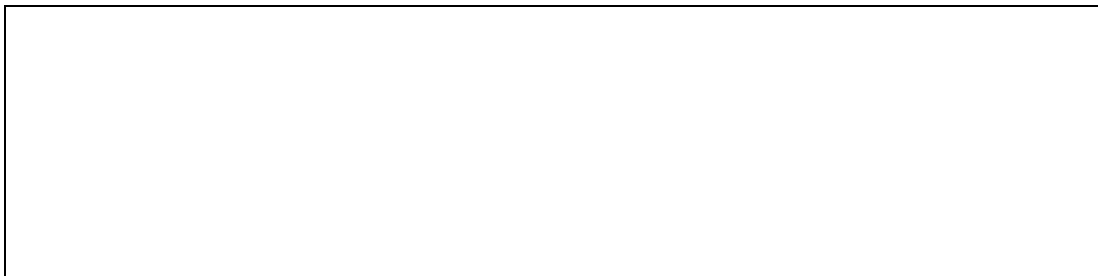
Quinta palabra: **Refracción** \_\_\_\_\_

Sexta Palabra: **Interferencia** \_\_\_\_\_


Séptima Palabra: **Burbuja** \_\_\_\_\_

### 2. REPRESENTACIÓN VISUAL

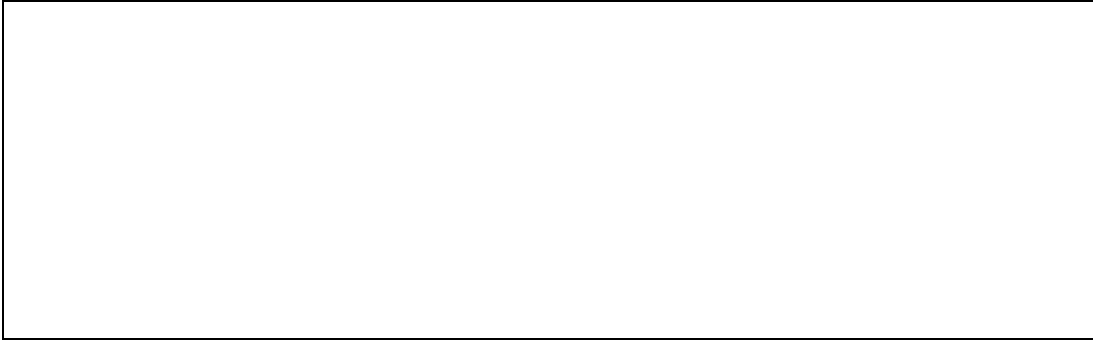
A través de un dibujo represente una **Onda**.



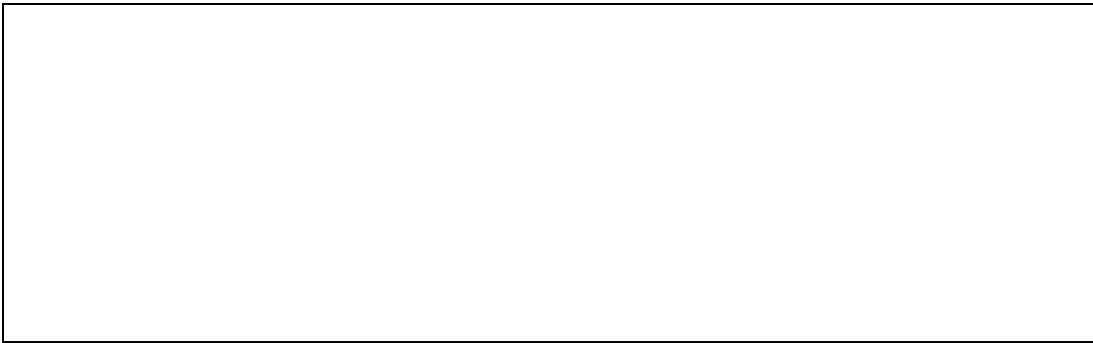
A través de un dibujo represente el **Periodo**



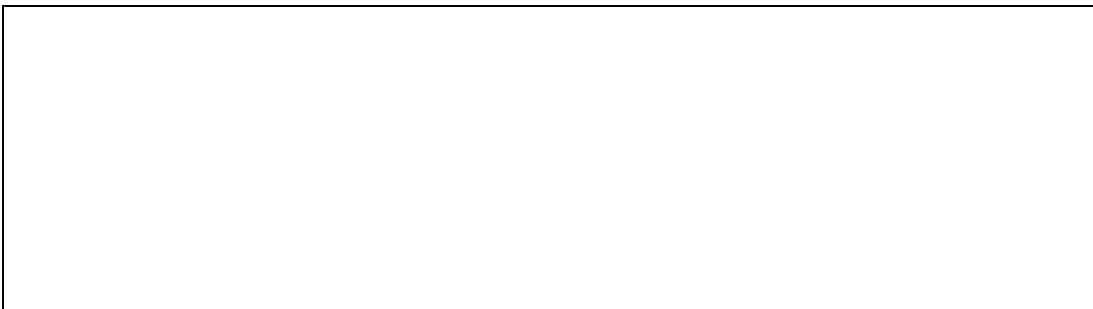
A través de un dibujo represente la **Energía**



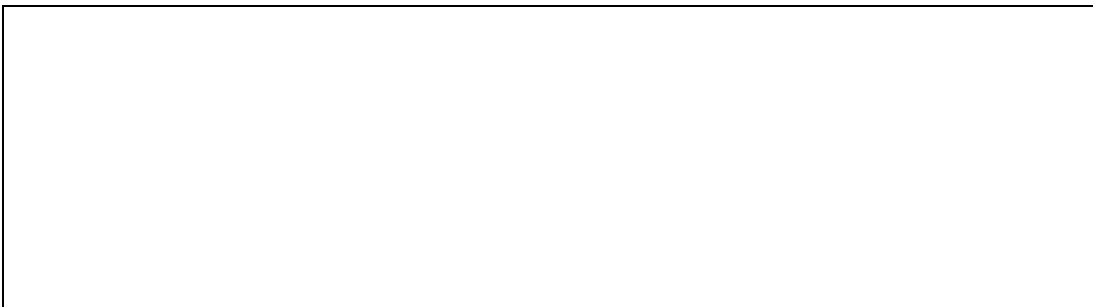
A través de un dibujo represente **Transmisión**



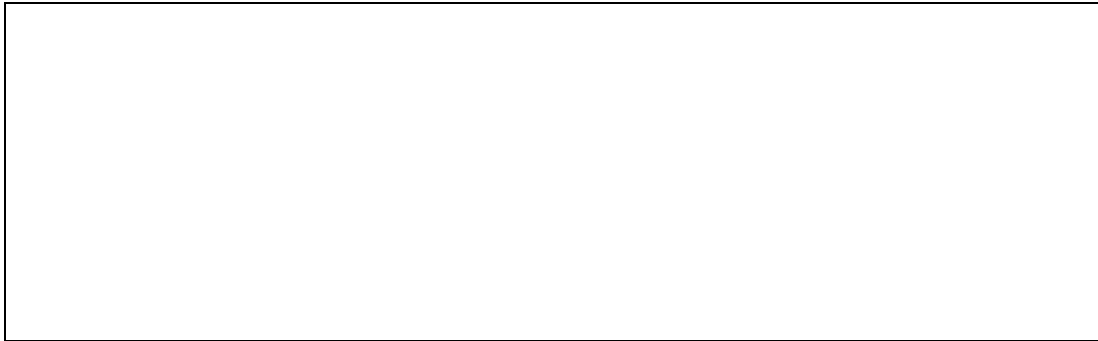
A través de un dibujo represente la **Refracción**



A través de un dibujo represente la **Interferencia**



A través de un dibujo represente **Burbuja**



### 3. DEFINICIONES

Defina cada palabra clave:

**Onda:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Periodo:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Energía** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Refracción** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Interferencia** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Transmisión** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Burbuja** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## B. Anexo: Resultados Palabras clave dadas por los estudiantes.

Ondas	Periodo	Energía	Transmisión	Difracción	Interferencia	Burbuja
Amplitud	Ciclo	actitud	cable	ángulo	choque	Agua
choque	Ciclo	agua	cambio	cambio	conexión	Agua
circular	Ciclo	animo	comunicar	devolver	cruzar	Aire
circular	Ciclo	calor	dar	división	encuentro	Aire
circular	Ciclo	calor	dar	división	encuentro	Aire
Circulo	Ciclo	calor	dar	división	energía	Aire
circunferencia	Días	calor	decir	división	interrumpir	Aire
continuidad	distancia	capacidad	emisor	imagen	interrumpir	Aire
Cresta	distancia	capacidad	emisor	localización	interrumpir	aire
Cresta	duración	electricidad	emitir	lugar	intervenido	aire
Cresta	espacio	electricidad	engranaje	luz	intervenir	Bomba
curva	espacio	fortaleza	espacio	luz	obstáculo	Bomba
curva	etapa	fuerza	frecuencia	movimiento	obstáculo	Bomba
curva	etapa	fuerza	imagen	punto medio	punto de corte	Bomba
curva	etapa	fuerza	informar	rayos	punto de corte	Circular
curva	frecuencia	fuerza	llevar	reflejo	punto de corte	Circular
curva	Hora	fuerza	pasar	revotar	unión	Circular
densidad	limite	fuerza	pasar	sonido	unión	Circulo
Efecto	objetivo	fuerza	pasar	traspasar	velocidad	Color
expansión	secuencia	fuerza	pasar			cúpula
frecuencia	semestre	luz	percepción			dulce
frecuencia	tiempo	luz	piñón			Encierro
frecuencia	tiempo	luz	recibir			Esfera
frecuencia	tiempo	luz	señal			Espacio
frecuencia	tiempo	luz	señal			Espuma
frecuencia	tiempo	luz	sonido			Flotabilidad
frecuencia	tiempo	luz	televisor			Flotan
Fuerza	tiempo	movimiento	tiempo			flotan
Fuerza	tiempo	movimiento	transferir			Flotante
Líneas	tiempo	potencia	transferir			Flotante
Longitud	tiempo	potencia	transferir			frágil
Longitud	tiempo	potencia	transferir			jabón
Longitud	tiempo	potencia	transmisión			jabón
Longitud	tiempo	potencia	transmitir			jabón
Longitud	tiempo	resistencia	transmitir			jabón

Longitud	tiempo	solar	transportar			jabón
Medida	tiempo	temperatura	transportar			jabón
movimiento	tiempo	temperatura	traspasa			jabón
movimiento	tiempo	trabajo	traspasa			jabón
movimiento	tiempo	velocidad				jabón
movimiento	tiempo	velocidad				magnitud
Periodo	tiempo	velocidad				Onda
propagación	tiempo					Radio
Radio	tiempo					Redonda
Recorrer	tiempo					Redonda
Redonda	velocidad					redonda
secuencia						Redondo
transversal						Velocidad

## C. Anexo: Guía Jugando con Las Ondas

*Institución Educativa Luis Carlos Galán Sarmiento*  
*Villaricencio - Meta*  
*Física 11*



### JUGANDO CON LAS ONDAS

#### PROPÓSITO

Describir e interpretar experimentalmente algunas características de las ondas.

#### ELEMENTOS TEÓRICOS

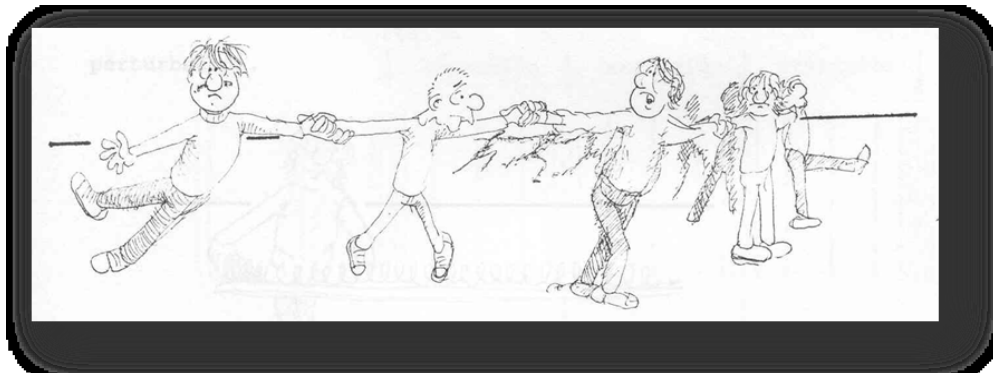
Onda transversal, Onda longitudinal, fase.

#### ¿QUÉ SE NECESITA?

Un resorte ó espiral de juguete. Libreta de apuntes.

#### MOMENTO 1.

Se forman con los estudiantes dos grupos. El primer grupo se le pide que se unan de las manos y sin soltarse corra en sentido frontal. Posteriormente y en fila, los estudiantes deberán simular una ola. El segundo grupo realizará la actividad **Analizando lo Observado** y al terminar, ellos ejecutarán la misma actividad y el primer grupo será quien observe.



### ANALIZANDO LO OBSERVADO

- Realice un grafico que muestre las dos situaciones recreadas por sus compañeros.

SITUACIÓN 1	SITUACIÓN 2

- Existe alguna similitud entre las dos situaciones ¿Cuál?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- ¿En cuál de las dos Situaciones se puede afirmar que hubo transporte de energía sin que exista transporte de masa? Justifique su respuesta.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- ¿En las dos situaciones todos los estudiantes estuvieron sincronizados? En cuál fue más notoria la sincronización y a qué cree que se deba.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Escriba al menos tres situaciones en las que sea evidente que se está o no sincronizado (**Fase**)  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## MOMENTO 2.

Con los grupos que ya están formados, se realizará una fila en donde los estudiantes apoyan sus manos en los hombros de su compañero. Cuando este alineados se le pedirá al último estuante de la fila que realice un leve empujón hacia adelante. El segundo grupo realizará la actividad **Analizando lo Observado** y al terminar, ellos ejecutarán la misma actividad y el primer grupo será quien observe.



### ANALIZANDO LO OBSERVADO

- Realice un grafico que muestre la situación recreada por sus compañeros.

SITUACIÓN 1

- Explique cómo se transmite el empujón.

---



---



---



---

- ¿En esta situación hubo trasporte de energía sin que exista trasporte de masa? Justifique su respuesta.

---

---

---

---

---

- ¿Qué sucedería si los estudiantes estuvieran más unidos e intentara avanzar? Justifique su respuesta.

---

---

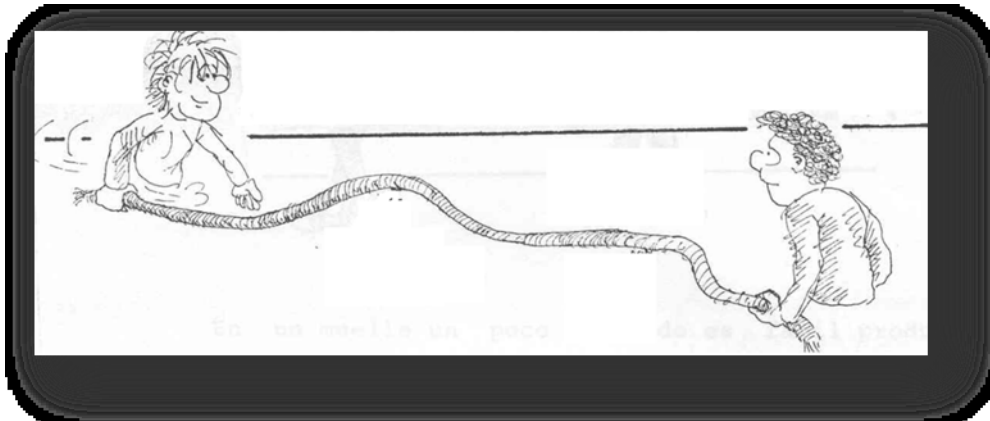
---

---

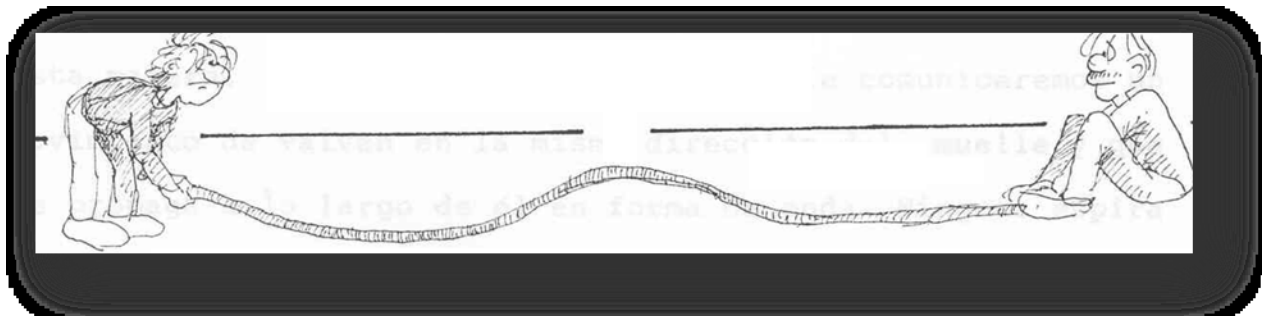
---

### MOMENTO 3.

Se formarán parejas de trabajo y deben tener un resorte o una cuerda. Posteriormente cada estudiante toma la cuerda o el resorte por sus extremos. Uno de los estudiantes imprime un movimiento con la mano a la derecha e izquierda y observe lo que sucede.



Ahora coloque sobre el suelo el resorte o cuerda, e imprímale un movimiento vertical y observe lo que sucede. Al terminar las dos situaciones realice la actividad **Analizando lo Observado**.



## ANALIZANDO LO OBSERVADO

- Realice un grafico que muestre las dos situaciones recreadas con el resorte o cuerda, utilicen flechas para indicar la dirección del movimiento.

SITUACIÓN 1	SITUACIÓN 2

- Existe alguna similitud entre las dos situaciones ¿Cuál?

---



---



---



---

- Existe alguna similitud entre las actividades uno y tres ¿Cuál?

---



---



---



---

- ¿Qué le sucede al punto que está quieto (mano del estudiante) cuando se imprime movimiento al resorte o la cuerda? ¿sucedería lo mismo si el punto que está quieto se deja llevar por el movimiento que le llega? Realice una representación grafica de las dos situaciones planteadas y verifíquelas con el resorte o cuerda (utilice flechas para indicar el movimiento).

---



---



---



---



---



---



---



---

---

---

---

---

### COMPARANDO Y PROPONIENDO

- Compare cada una de las representaciones que se realizaron en las anteriores actividades y encuentre cuales comparten características y señálelas.

---

---

---

---

---

---

- Si tuviera que ponerle un nombre a las actividades realizadas ¿cuál sería? ¿por qué?

---

---

---

---

---

---



## D. Anexo: Guía Navegando con Las Ondas

*Institución Educativa Luis Carlos Galán Sarmiento*  
*Villaricencio - Meta*  
*Física 11*



### NAVEGANDO CON LAS ONDAS

#### PROPÓSITO

Introducir al estudiante a los conceptos de Onda transversal, Onda longitudinal, Longitud de onda, Periodo, Frecuencia, Amplitud por medio de la ayuda visual interactiva de la simulación.

#### ELEMENTOS TEÓRICOS

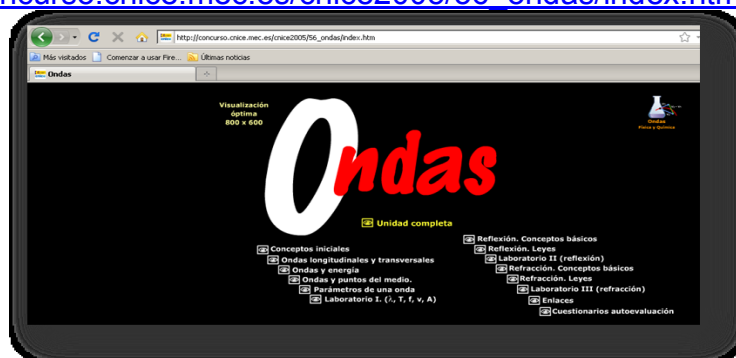
Onda transversal, Onda longitudinal, Longitud de onda, Periodo, fase, Frecuencia, Amplitud.

#### ¿QUÉ SE NECESITA?

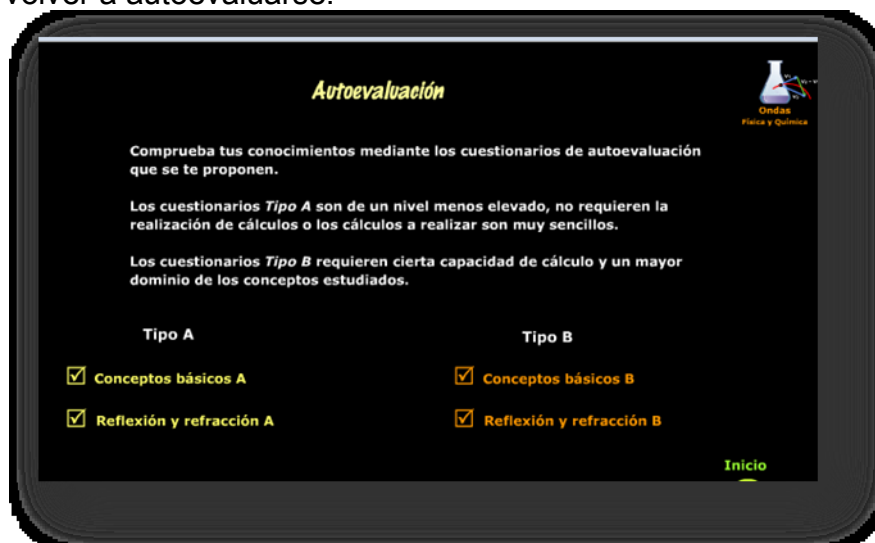
Sala interactiva con tablero digital ó sala de sistemas, Libreta de apuntes (guía).

#### PASO A PASO.

- ❖ Ingrese al recurso interactivo  
[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/56\\_ondas/index.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/56_ondas/index.htm)

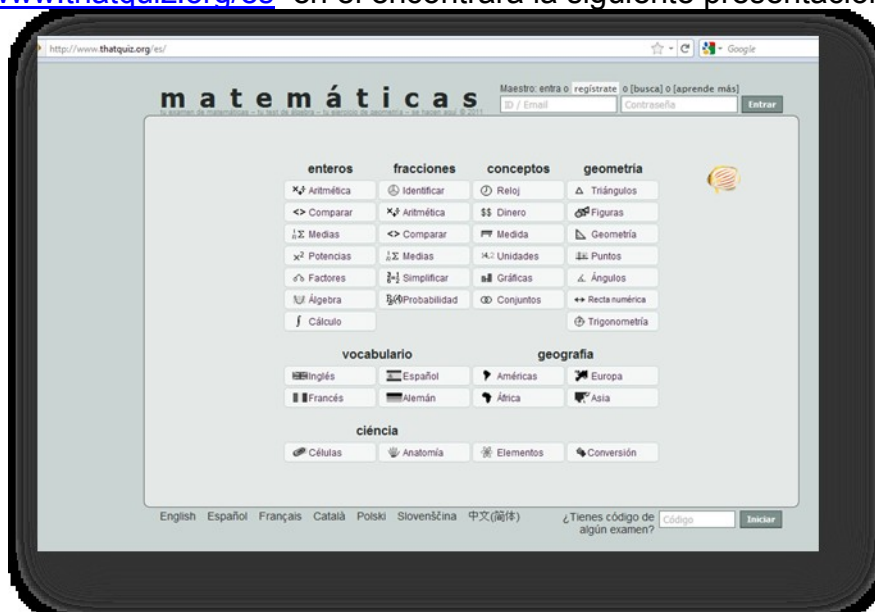


- ❖ Haga clic en **conceptos iniciales**. Observe y lea lo que se le presenta, luego haga clic en siguiente, vuelva a leer y nuevamente de clic en siguiente. Explore cada uno de los conceptos que allí aparecen (observe muy bien antes de pasar al siguiente vinculo)
- ❖ Este recurso interactivo ofrece un cuestionario de autoevaluación de debe realizar. En caso de que los resultados obtenidos no sean favorable usted puede volver a autoevaluarse.



## EVALUANDO LO APRENDIDO

- ❖ Luego de explorar el recurso interactivo, ingrese a <http://www.thatquiz.org/es> en el encontrará la siguiente presentación:







## E. Anexo: Evaluando lo aprendido con thatquiz.

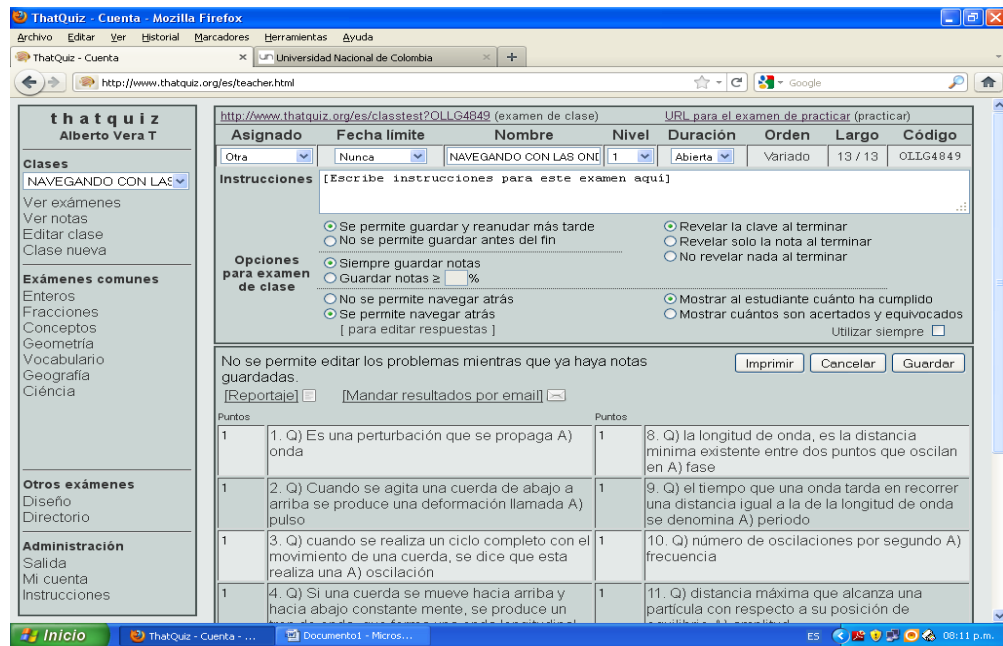


Ilustración 13: presentación de la evaluación diseñada en thatquiz

1. Es una perturbación que se propaga

A  interferencia

B  Onda

C  frecuencia

D  Cuerda

2. Cuando se agita una cuerda de abajo a arriba se produce una deformación llamada

A  cuerda

B  camino

C  energía

D  pulso

3. Cuando se realiza un ciclo completo con el movimiento de una cuerda, se dice que esta realiza una

A  animación

B  camino

C  periodo

D  oscilación

4. Si una cuerda se mueve hacia arriba y hacia abajo constante mente, se produce un tren de onda, que forma una onda transversal, ya que la dirección de perturbación y propagación son

A  longitudinales

B  transversales

C  perpendiculares

D  rectangulares

5. En las ondas producidas por compresión la dirección de la perturbación y la propagación es la misma, lo que indica que estamos frente a una onda

A  longitudinal

B  frecuente

C  direccional

D  transversal

6. Se dice que una onda transporta \_\_\_\_\_ sin que exista transporte de masa

A  peso

B  fase

C  energía

D  calor

7. Para que una onda este en fase con otra, se requiere que su movimiento de oscilación sea

A  mayor

B  distinto

C  menor

D  idéntico

8. La longitud de onda, es la distancia mínima existente entre dos puntos que oscilan en

A  fase

B  frecuencia

C  periodo

D  des fase

9. El tiempo que una onda tarda en recorrer una distancia igual a la de la longitud de onda se denomina

A  frecuencia

B  periodo

C  amplitud

D  fase

10. Número de oscilaciones por segundo

A  energía

B  frecuencia

C  amplitud

D  periodo

11. Distancia máxima que alcanza una partícula con respecto a su posición de equilibrio

A  amplitud

B  longitud

- C  oscilación
- D  Periodo

12. Cuando una onda encuentra en su recorrido una superficie contra la cual rebota, se dice que la onda se ha

- A  reflejado
- B  cambiado
- C  difractado
- D  refractado

13. El cambio de dirección que experimenta un movimiento ondulatorio cuando pasa de un medio material a otro se llama

- A  interferencia
- B  reflexión
- C  refracción
- D  difracción



## F. Anexo: Interferencia en patrones de Moiré.

*Institución Educativa Luis Carlos Galán Sarmiento*  
*Villavicencio - Meta*  
*Física 11*



### INTERFERENCIA EN PATRONES DE MOIRE

#### PROPÓSITO

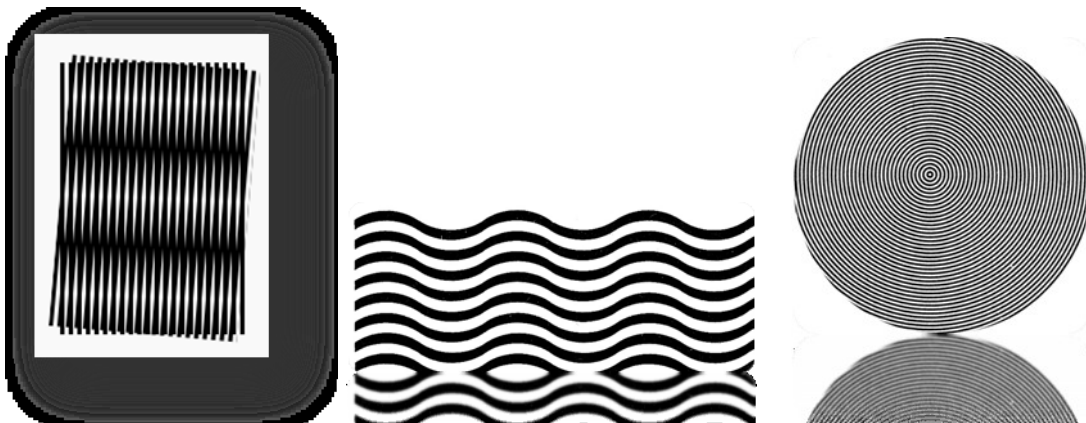
Interpretar a través de los patrones de Moire, el concepto de fase e interferencia.

#### ELEMENTOS TEÓRICOS

Fase, Interferencia.

#### ¿QUÉ SE NECESITA?

Patrones de Moire lineales, sinusoidales y circulares



#### ACTIVIDAD.

Tome dos patrones lineales y coloque uno encima del otro e inicie el desplazamiento de uno de ellos, también puede girarlo unos grados y escriba lo que observa:

---

---

---

---

Realice el mismo procedimiento anterior, pero ahora con los otros patrones (no olvide detallar muy bien las observaciones)

---

---

---

---

En qué momento es evidente en los patrones de moire el concepto de fase o desfase.

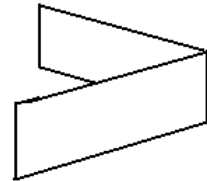
---

---

---

---

Coloque los dos patrones sinusoidales como se muestran en la figura, simbolizando dos fuentes. En un primer instante haga que los caminos sean iguales y ubicándose paralelo a los patrones y escriba lo que observa. Luego invierta uno de los caminos y escriba las observaciones.



---

---

---

---

---

Explique en cada patrón de moire, cuándo se produce interferencia.

---

---

---

---

Explique por qué el cruce de los dos círculos representa una interferencia constructiva.

## G. Anexo: Laboratorio de aprendizaje activo – reflexión

*Institución Educativa Luis Carlos Galán Sarmiento*  
*Villavicencio - Meta*  
*Física 11*



### LABORATORIO DE APRENDIZAJE ACTIVO- REFLEXIÓN EN SUPERFICIES PLANAS

#### HOJA DE PREDICCIONES INDIVIDUAL

**Instrucciones:** Esta hoja será recogida en cualquier momento por el docente de la clase. Escriba su nombre para registrar su asistencia y participación en este laboratorio. Tenga presente que sus predicciones no serán tenidas en cuenta como evaluación. Siga las instrucciones del docente.

**Nombres:** \_\_\_\_\_ **Grupo:** \_\_\_\_\_

En este laboratorio podrás descubrir la ley de la reflexión que se esconden en las superficies planas; para ello necesitaras, un espejo plano, una pecera rectángula, transportador, laser (no apuntar a los ojos).

#### ¿Qué vamos a hacer?

Se utiliza la pecera con un poco de humo. Hacer incidir un rayo láser, proveniente de un apuntador, sobre un espejo colocado en su base.

Después de realizar el montaje:

1. Describa detalladamente lo que observa.
2. ¿Qué sucederá con el rayo de luz que llega al espejo, si se varía el ángulo rayo proveniente del apuntador?

3. ¿Cómo cree que será el ángulo de separación entre el espejo y el rayo de luz que llega a éste, comparado con el rayo de luz que sale del espejo?
4. ¿Qué sucederá con el ángulo de separación entre el espejo y el rayo de luz que llega a éste, si se varía el ángulo del espejo?
5. ¿Qué características debe tener la posición en la que se debe ubicar el apuntador, para que la trayectoria del rayo que llega al espejo, sea el mismo que el que sale de este?
6. ¿Qué podría ser la normal a una superficie?
7. ¿Cree sucederá lo mismo con el rayo de luz, si se cambia el espejo por uno no pulido?
8. ¿Reconoce en este laboratorio alguna ley física que explique lo observado?

*Institución Educativa Luis Carlos Galán Sarmiento*  
*Villavicencio - Meta*  
*Física 11*



**LABORATORIO DE APRENDIZAJE ACTIVO- REFLEXIÓN EN SUPERFICIES PLANAS**

**HOJA DE PREDICCIONES - RESUMEN DEL GRUPO**

**Instrucciones:** Esta hoja será recogida en cualquier momento por el docente de la clase. Escriba su nombre para registrar su asistencia y participación en este laboratorio. Tenga presente que sus predicciones no serán tenidas en cuenta como evaluación. Siga las instrucciones del docente. En la hoja de resultados puede escribir sus comentarios y llevársela para estudios posteriores.

**Grupo:** \_\_\_\_\_ **Integrantes:** \_\_\_\_\_

En este laboratorio podrás descubrir la ley de la reflexión que se esconden en las superficies planas; para ello necesitaras, un espejo plano, una pecera rectángula, transportador, laser (no apuntar a los ojos).

**¿Qué vamos a hacer?**

Se utiliza la pecera con un poco de humo. Hacer incidir un rayo láser, proveniente de un apuntador, sobre un espejo colocado en su base.

Después de realizar el montaje:

1. Describa detalladamente lo que observa.
2. ¿Qué sucederá con el rayo de luz que llega al espejo, si se varía el ángulo rayo proveniente del apuntador?
3. ¿Cómo cree que será el ángulo de separación entre el espejo y el rayo de luz que llega a éste, comparado con el rayo de luz que sale del espejo?
4. ¿Qué sucederá con el ángulo de separación entre el espejo y el rayo de luz que llega a éste, si se varía el ángulo del espejo?
5. ¿Qué características debe tener la posición en la que se debe ubicar el apuntador, para que la trayectoria del rayo que llega al espejo, sea el mismo que el que sale de este?
6. ¿Qué podría ser la normal a una superficie?
7. ¿Cree sucederá lo mismo con el rayo de luz, si se cambia el espejo por uno no pulido?
8. ¿Reconoce en este laboratorio alguna ley física que explique lo observado?

**Nota:** Una vez tenga sus respuestas, discútalas con sus compañeros de grupo. Después de que el grupo llegue a un consenso, elijan un relator que exponga sus conclusiones a toda la clase.

### MANUAL DE PRÁCTICA

**OBJETIVO:** Los estudiantes realizarán un laboratorio de aprendizaje activo en que se evidencie la ley de la reflexión.

**DIRIGIDO A:** Estudiantes de grado undécimo

En este laboratorio podrás descubrir la ley de la reflexión que se esconden en las superficies planas; para ello necesitaras, un espejo plano, una pecera rectángula, transportador, laser (no apuntar a los ojos).

#### ¿Qué vamos a hacer?

Se utiliza la pecera con un poco de humo. Hacer incidir un rayo láser, proveniente de un apuntador, sobre un espejo colocado en su base.

Después de realizar el montaje:

**Primer momento:** Realice las siguientes predicciones, discútalas con sus compañeros, anótelas en su hoja de predicciones de grupo y entréguelas al docente **(20 min)**

1. Describa detalladamente lo que observa.
2. ¿Qué sucederá con el rayo de luz que llega al espejo, si se varía el ángulo rayo proveniente del apuntador?
3. ¿Cómo cree que será el ángulo de separación entre el espejo y el rayo de luz que llega a éste, comparado con el rayo de luz que sale del espejo?
4. ¿Qué sucederá con el ángulo de separación entre el espejo y el rayo de luz que llega a éste, si se varía el ángulo del espejo?
5. ¿Qué características debe tener la posición en la que se debe ubicar el apuntador, para que la trayectoria del rayo que llega al espejo, sea el mismo que el que sale de este?
6. ¿Qué podría ser la normal a una superficie?
7. ¿Cree sucederá lo mismo con el rayo de luz, si se cambia el espejo por uno no pulido?
8. ¿Reconoce en este laboratorio alguna ley física que explique lo observado?

**Segundo momento:** presentación de predicciones grupales **(20 min)**

**Tercer momento:** Realice los procedimientos que le permitan corroborar o desechar sus predicciones **(30 min)**

- Coloque el transportador de tal forma que le permita hacer una buena medición del ángulo de incidencia y el ángulo reflejado, y conteste las preguntas 3, 4, 5 y 7 nuevamente.
- Consulte algunas situaciones en que se evidencie este mismo principio.

**Cuarto momento:** Presentación y discusión general de resultados de cada grupo y comparación con las predicciones **(20 min)**

- Compare los resultados con las predicciones iniciales y consigne la información en la hoja de resultados.

Guarde esta hoja para estudiar fuera de clase.

*Institución Educativa Luis Carlos Galán Sarmiento*  
*Villavicencio - Meta*  
*Física 11*



**LABORATORIO DE APRENDIZAJE ACTIVO- REFLEXIÓN EN SUPERFICIES PLANAS**

**HOJA DE RESULTADOS**

**Instrucciones:** En esta hoja puede escribir sus anotaciones, resúmenes y conclusiones y llevarla para su estudio personal después de clase.

En este laboratorio podrás descubrir la ley de la reflexión que se esconden en las superficies planas; para ello necesitaras, un espejo plano, una pecera rectángula, transportador, laser (no apuntar a los ojos).

**¿Qué vamos a hacer?**

Se utiliza la pecera con un poco de humo. Hacer incidir un rayo láser, proveniente de un apuntador, sobre un espejo colocado en su base.

Después de realizar el montaje:

1. Describa detalladamente lo que observa.
2. ¿Qué sucederá con el rayo de luz que llega al espejo, si se varía el ángulo rayo proveniente del apuntador?
3. ¿Cómo cree que será el ángulo de separación entre el espejo y el rayo de luz que llega a éste, comparado con el rayo de luz que sale del espejo?
4. ¿Qué sucederá con el ángulo de separación entre el espejo y el rayo de luz que llega a éste, si se varía el ángulo del espejo?
5. ¿Qué características debe tener la posición en la que se debe ubicar el apuntador, para que la trayectoria del rayo que llega al espejo, sea el mismo que el que sale de este?
6. ¿Qué podría ser la normal a una superficie?
7. ¿Cree sucederá lo mismo con el rayo de luz, si se cambia el espejo por uno no pulido?
8. ¿Reconoce en este laboratorio alguna ley física que explique lo observado?
9. Coloque el transportador de tal forma que le permita hacer una buena medición del ángulo de incidencia y el ángulo reflejado, y conteste las preguntas 3, 4, 5 y 7 nuevamente.
10. Consulte algunas situaciones en que se evidencie este mismo principio.



## H. Anexo: Clase teórica demostrativa – refracción “cazando peces”

*Institución Educativa Luis Carlos Galán Sarmiento*  
*Villavicencio - Meta*  
*Física 11*



### CLASE TEÓRICA INTERACTIVA DEMOSTRATIVA – CAZANDO PECES

#### HOJA DE PREDICCIONES

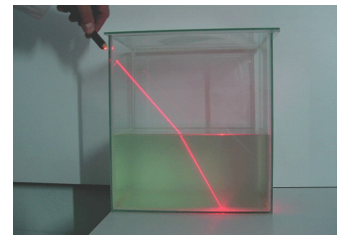
**Instrucciones:** Esta hoja será recogida en cualquier momento por el docente de la clase. Escriba su nombre para registrar su asistencia y participación en este laboratorio. Tenga presente que sus predicciones no serán tenidas en cuenta como evaluación. Siga las instrucciones del docente.

Nombres: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_



Los nativos del Amazonas, cuando quieren cazar un pez con sus largas flechas, ellos saben que el pez no se encuentra en el lugar donde lo ven. Razón por la cual ellos desplazan la flecha un poco hacia un lado o un poco hacia el otro, para poder apuntar al pez.

El profesor demostrará con un ejemplo, cómo los nativos mueven su flecha para realizar su cacería. Para ello realizará el siguiente montaje: Con una pecera la cual contiene hasta la mitad de su altura agua con una gota de leche, en la otra mitad que contiene aire, se le coloca un poco de humo. Luego se hace incidir un rayo, producido por un apuntador láser.



Después de observar la demostración del docente responda las siguientes preguntas:

- a. ¿Cuáles son los medios por los cuales atraviesa el rayo laser?
- b. ¿Qué tipo de trayectoria describe el rayo laser al atravesar el agua?
- c. ¿Qué sucede con la velocidad de la luz cuando atraviesa el agua? ¿Por qué un objeto que se encuentra sumergido en el agua no se encuentra donde lo vemos?
- d. Explica dos fenómenos relacionados con la refracción.
- e. ¿Cómo cree que sea veré el rayo de luz, si este incide perpendicular a la superficie del agua?
- f. ¿Cambiaría la dirección del rayo de luz si en lugar de agua fuera aceite?

**Nota:** Una vez tenga sus respuestas, discútalas con sus compañeros de grupo. Después de que el grupo llegue a un consenso, elijan un relator que exponga sus conclusiones a toda la clase.

Ahora el profesor hará otra demostración introduciendo un lápiz en un vaso transparente con agua.

1. ¿De acuerdo con las conclusiones que obtuvo de la primera demostración, cómo explica lo que está observando ahora?
2. ¿Qué otros aspectos es necesario tener en cuenta para explicar lo que está viendo?

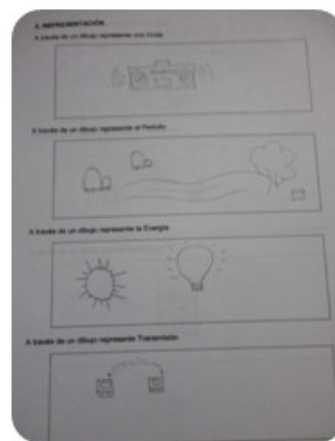
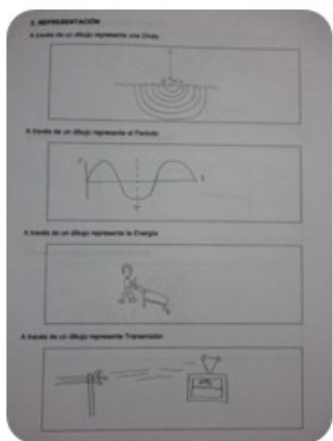
## I. Anexo: Palabras clave dadas por los estudiantes después de aplicar las Actividades.

Ondas	Periodo	Energía	Transmisión	Difracción	Interferencia	Burbuja
longitud	ciclo	capacidad	alteración	ángulo	alterar	agua
movimiento	ciclo	capacidad	ceder	atravesar	cambiar	aire
perturbación	ciclo	capacidad	comunicación	atravesar	cambio	aire
perturbación	ciclo	constante	comunicación	cambio	cambio	aire
perturbación	ciclo	cuerpo	comunicación	chocar	choque	aire
perturbación	ciclo	fuerza	dirección	curvar	choque	bomba
perturbación	cresta	fuerza	dirección	curvar	choque	capas
perturbación	distancia	fuerza	energía	curvar	choque	capas
perturbación	distancia	fuerza	energía	curvar	coincidir	circular
perturbación	distancia	fuerza	energía	curvar	coincidir	circular
perturbación	distancia	fuerza	energía	curvar	combinar	circular
perturbación	distancia	fuerza	energía	curvar	constructiva	circular
perturbación	oscilación	fuerza	energía	curvar	constructiva	cristalino
perturbación	oscilación	fuerza	energía	curvar	constructiva	curvo
perturbación	oscilación	fuerza	energía	curvar	constructiva	descompon
perturbación	oscilación	fuerza	energía	curvar	desfasar	esfera
perturbación	oscilación	fuerza	energía	curvatura	destruktiva	esfera
perturbación	oscilación	fuerza	energía	curvatura	destruktiva	esfera
perturbación	oscilación	fuerza	energía	curvatura	destruktiva	esfera
perturbación	oscilación	fuerza	movimiento	curvatura	destruktiva	esfera
perturbación	oscilación	fuerza	movimiento	curvatura	Fase	esfera
perturbación	oscilación	fuerza	oscilación	curvatura	Fase	globo
perturbación	segundos	luz	oscilación	desviar	Fase	globo
perturbación	segundos	luz	partícula	desviar	Fase	hueca
perturbación	tiempo	luz	partícula	dirección	Fase	hueca
perturbación	tiempo	magnitud	partícula	dispersión	Fase	hueco
perturbación	tiempo	magnitud	partícula	dispersión	Fase	iridiscente
propagación	tiempo	magnitud	partícula	dispersión	frecuencia	iridiscente

propagación	tiempo	magnitud	partícula	dispersión	onda	jabón
propagación	tiempo	magnitud	pasar	dispersión	onda	jabón
propagación	tiempo	magnitud	pasar	dispersión	onda	luz
propagación	tiempo	magnitud	pasar	dispersión	onda	luz
propagación	tiempo	magnitud	perturbació	división	onda	luz
propagación	tiempo	movimient	perturbació	división	onda	luz
propagación	tiempo	movimient	perturbació	expandir	onda	movimiento
propagación	tiempo	potencia	traspasar	movimiento	ondas	onda
propagación	tiempo	potencia	transportar	obstáculos	ondas	ondulatorio
propagación	tiempo	potencia	transportar	obstáculos	punto de	ondulatorio
propagación	tiempo	potencia	transportar	obstáculos	punto de	película
propagación	tiempo	potencia	transportar	obstáculos	punto de	película
propagación	tiempo	trabajo	transporte	obstáculos	unión	película
propagación	tiempo	trabajo	transporte	onda	unión	película
propagación	tiempo	trabajo	transporte	rodear	unión	película
propagación	tiempo	trabajo	trasladar	separar	unión	película
propagación	tiempo	trabajo	trasporte	traspasar	Unir	redonda
propagación	tiempo	trabajo			Unir	tenso
transmitir	tiempo	trabajo			Unir	transparent

# J. Anexo: Imágenes de las actividades realizadas.

Actividad Inicial: palabras clave, representaciones.





### Actividad 1: Jugando con las Ondas

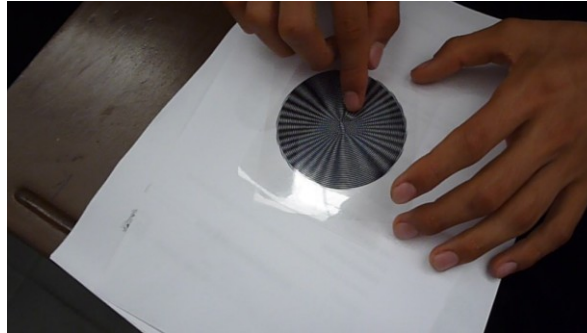




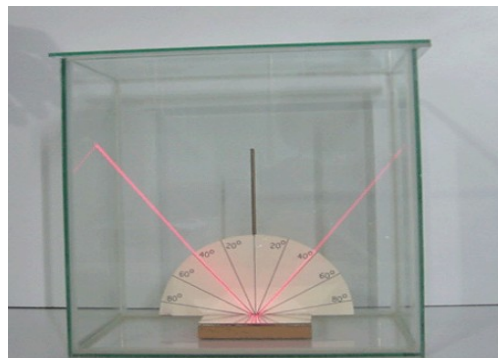
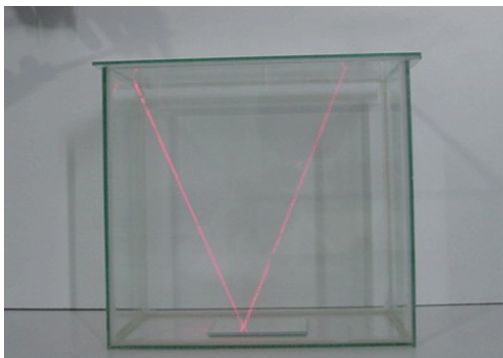
**Actividad 2: Navegando con las Ondas**



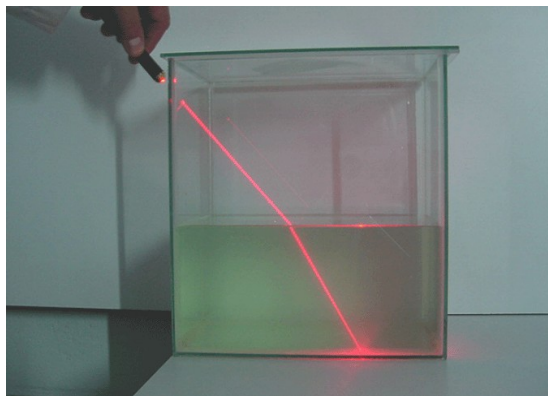
**Actividad 3: Interferencia en los patrones de Moiré**



**Actividad 4: Laboratorio de aprendizaje activo**



**Actividad 5: Clase teórica demostrativa – refracción “cazando peces” (Anexo I)**



**Actividad final: palabras clave, representaciones**

*Requisitos Vehiculares 11-17*

GUÍA EXPLORANDO IDEAS PREVIAS

**1: PALABRAS CLAVE**  
 A medida que el docente diga cada una de las palabras dispuestas para esta actividad, escribe las tres primeras palabras que piensas sobre ellas.

Primera palabra: Onda luz, sonido, mariposa  
 Segunda palabra: Periodo tiempo, luz, sonido  
 Tercera palabra: Energía movimiento, luz, sonido  
 Cuarta palabra: Transmisión energía, luz, sonido  
 Quinta palabra: Difracción energía, luz, sonido  
 Sexta palabra: Interferencia energía, luz, sonido  
 Séptima Palabra: Burbuja energía, luz, sonido

**2. REPRESENTACIÓN VISUAL**  
 A través de un dibujo represente una Onda

A través de un dibujo represente el Periodo

A través de un dibujo represente la Energía

A través de un dibujo represente Transmisión

• El punto subrayado determina el paso de la energía a la siguiente partícula

A través de un dibujo represente la Difracción

A través de un dibujo represente la Refracción

A través de un dibujo represente la Interferencia

A través de un dibujo represente Burbuja

GUÍA EXPLORANDO IDEAS PREVIAS

**1: PALABRAS CLAVE**  
 A medida que el docente diga cada una de las palabras dispuestas para esta actividad, escribe las tres primeras palabras que piensas sobre ellas.

Primera palabra: Onda transmisión, luz, sonido  
 Segunda palabra: Periodo tiempo, luz, sonido  
 Tercera palabra: Energía potencia, luz, sonido  
 Cuarta palabra: Transmisión energía, luz, sonido  
 Quinta palabra: Difracción energía, luz, sonido  
 Sexta palabra: Interferencia energía, luz, sonido  
 Séptima Palabra: Burbuja energía, luz, sonido

**2. REPRESENTACIÓN VISUAL**  
 A través de un dibujo represente una Onda

A través de un dibujo represente el Periodo

A través de un dibujo represente la Energía

A través de un dibujo represente Transmisión

A través de un dibujo represente la Difracción

A través de un dibujo represente la Refracción

A través de un dibujo represente la Interferencia

A través de un dibujo represente Burbuja



## Bibliografía

- [1]. ALONSO Marcelo, Introducción a la Física II, Publicaciones Cultural, 2002 pág. 17
- [2]. BERSTEIN Basil, Hacia una sociología del discurso pedagógico. Colección Seminarium, Magisterio, Bogotá, Colombia, 2000
- [3]. BETANCOURT M Julián, Procesos de desarrollo de una exposición en el museo de la Ciencia y el Juego, Revista Museológica # 8, publicada por la ciencia y el juego, Facultad de ciencias – Universidad Nacional de Colombia, 2002.
- [4]. BETANCOURT M Julián, Procesos de recontextualización, Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional, Taller de Aula Experimental (Febrero de 2011).
- [5]. CHEVALLARD, Y. La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. Aique. Argentina. 1998.
- [6]. DÍAZ M, La construcción social del Discurso Pedagógico: BERNSTEIN Basil, Editorial Prodic "El Griot".1993
- [7]. GAMOW, G. Biografía de la física. Alianza editorial. Madrid, 1996.
- [8]. GIL-PÉREZ, D. ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias? Enseñanza de las Ciencias, pág., 69-77.1991
- [9]. GRANES, José. BROMBERG, Paul. "La divulgación científica y la apropiación cultural de las ciencias". Naturaleza, Educación y Ciencia, No. 4,1986
- [10]. HAZEN Weyne; PIDD Robert, Física, Editorial Eddison Wesley Publishin Company.
- [11]. HEIN George, Learning in the Museum. Routledge, New York, NY. 1998

- [12]. HERNÁNDEZ Carlos Augusto, Aproximación a un estado del arte de la enseñanza de las ciencias en Colombia, Universidad Nacional de Colombia
- [13]. HERNÁNDEZ, M. La enseñanza de la Historia de la Ciencia en Secundaria. Editado por Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia. 2002.
- [14]. HERNÁNDEZ Sampieri Roberto, Metodología De La Investigación, Mc Graw Hill, 2006.
- [15]. HEWITT, Paul G. Física conceptual, novena edición. Pearson Educación. México 2004
- [16]. MARGENAU H, Principios y aplicaciones de la Física, Editorial Reverte S.A, Mexico 2006.
- [17]. MARTÍN Barbero Jesús, *De los medios a las mediaciones*, GG Mas Media, México D.F. México, 1993
- [18]. MEDINA H, Física 2, Pontificia Universidad Católica, Fondo editorial PUC 2009.
- [19]. Ministerio de Educación Nacional, Estándares curriculares un compromiso con la excelencia, 2002
- [20]. Ministerio de educación Nacional, SERIE GUÍAS No 7. Formar en ciencias: Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales ¡el desafío!. Bogotá. 2004.
- [21]. SCHWARTZ, S y POLLISHURE, M. Aprendizaje activo, una organización de la clase centrada en el alumnado. Editorial Narcea, Madrid (1998)
- [22]. SEARS Francis. ZEMANSKY Mark. Física Universitaria Vol 2. Editorial Pearson, 2009
- [23]. SEGURA Dino. Las Actividades Totalidad Abiertas, una propuesta para la comprensión de nuestra realidad en un mundo globalizado. IX Congreso Nacional de Ciencias - Exploraciones fuera y dentro del aula, 2007
- [24]. SEGURA Dino. Información y conocimiento, una diferencia enriquecedora. En Museolúdica # 9. Bogotá: Museo de la Ciencia y el Juego, Universidad Nacional de Colombia 2002.